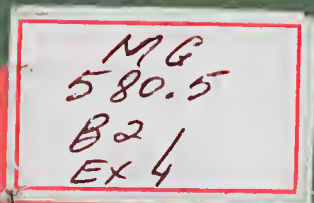
ISSN 0077-2216

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

BOTÂNICA

Vol. 8 Julho de 1992 Nº 1

ISSN 0077-2216

Ministério da Ciência e Tecnologia
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Série
BOTÂNICA
Vol. 8 (1)

Belém - Pará
Julho de 1992

MCT/CNPq
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
Ministério da Ciência e Tecnologia - PR
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Parque Zoobotânico - Av. Magalhães Barata, 376, São Braz
Campus de Pesquisa - Av. Perimetral, Guamá
Caixa Postal: 399. Telex: (091) 1419. Telefones: Parque,(091) 224-9233. Fax (091) 241-7384
Campus, (091) 228-2341 e 228-2162.
66.017-970. Belém-Pará-Brasil

O Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia foi fundado em 1894 por Emilio Goeldi e o seu Tomo I surgiu em 1896. O atual Boletim é sucedâneo daquele.

The Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia was founded in 1894, by Emilio Goeldi, and the first volume was issued in 1896. The present *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* is the successor to this publication.

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT

CDD: 634.9285
674.1

ESTUDO ANATÔMICO DA MADEIRA DO GÊNERO HEVEA[1]

Joaquim Ivanir Gomes[2]
Edna Maria Sodré da Silva[3]

RESUMO - Visando à identificação das espécies de Hevea, *pela estrutura anatômica da madeira, foi efetuado o estudo macro e microscópico empregando-se as normas preconizadas pela COPANT (1973). Este estudo, além de contribuir para a separação das espécies, possibilitou agrupá-las pelas afinidades interespecíficas com base nos caracteres anatômicos quantitativos. Com base nesses caracteres, foi elaborada uma chave dicotômica, dando ênfase aos raios e diâmetros dos vasos. Foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras de* H. camargoana.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, *Hevea,* Madeira, Seringueira

ABSTRACT - The objective of this study was the identification of the Hevea *species, by their secondary xylem anatomical structure, utilizing both macroscopic and microscopic procedures, according to the rules preconized by COPANT (1973). Besides of contributing to the separation of species, this study has enabled to grup them by interspecifical affinities, based upon quantitative anatomical characters. Based on such characters, a dichotomic key was prepared emphasizing the rays, and vessel diameters. It was verified the presence of a spiral thickening in the fibres of* H. camargoana.

KEY WORDS: Amazon, Anatomy, *Hevea,* Wood, Rubber tree

---

1 Resumo de tese apresentada à obtenção de título de Mestre em Ciências Florestais, na Universidade Federal do Paraná, em 1981.

2 Engº Agrº, M.Sc., EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100, Belém-PA.

3 Ass. de Pesquisa EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100, Belém-PA.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a área de distribuição geográfica do gênero *Hevea* (Figura 1) abrange toda a Hiléia, isto é, os Estados do Amazonas, Pará, Acre e Amapá até o Meridiano 77, parte noroeste do Estado do Maranhão, o norte dos Estados de Mato Grosso e de Rondônia. Fora das fronteiras do Brasil, o gênero *Hevea* tem sido observado nas Guianas, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, em matas contíguas às da Amazônia brasileira, sendo que os extremos norte, para *Hevea,* são o alto Orinoco e o baixo Essequibó e o ponto mais ao sul é a Bolívia Oriental subandina (Ducke & Black 1954). Quanto ao porte, todas as espécies são árvores, à exceção de *Hevea camporum,* que é um arbusto (em touceira) das campinas de areia (caatingas amazônicas), não existindo qualquer representante escandente. Em geral são árvores medianas até muito grandes, sendo que os maiores representantes pertencem a *Hevea guianensis* e *Hevea brasiliensis* que podem atingir 50 m de altura e 1-1,5 m de DAP (Pires 1973).

Algumas vezes a identificação positiva da madeira é possível somente através das características botânicas da árvore. Em muitos casos, contudo, a diversidade estrutural da madeira, associada às variações conhecidas como cor, peso, aspecto da grã figura, proporcionam um meio correto de identificação (Panshin 1970).

Heywood (1970) ressalta que a anatomia da madeira tem sido usada com sucesso em vários grupos de plantas, auxiliando a estabelecer a posição sistemática de famílias primitivas de angiospermas sem vasos condutores como Winteraceae, Trochodendraceae e outras.

Os trabalhos anteriormente desenvolvidos sobre anatomia da madeira de *Hevea* são muito elementares, tanto ao nível de repetições como de espécies, pois a maioria dos estudos já realizados envolve especialmente *Hevea brasiliensis,* por se tratar da espécie mais importante como produtora de látex.

Com os dados anatômicos obtidos nesta pesquisa, elaborou-se uma chave dicotômica baseada nas características anatômicas quantitativas da madeira, para separação das espécies estudadas, ou pelo menos oferecer subsídios para tal. Desse modo, pretende-se contribuir para o esclarecimento de alguns pontos ainda obscuros na taxonomia botânica, considerando que se trata de assunto complexo, o que se pode compreender pela volumosa sinonímia envolvendo mais de 100 binômios ou trinômios.

MATERIAL E MÉTODOS

A maioria das amostras das espécies estudadas procedeu de Belém (Qua-

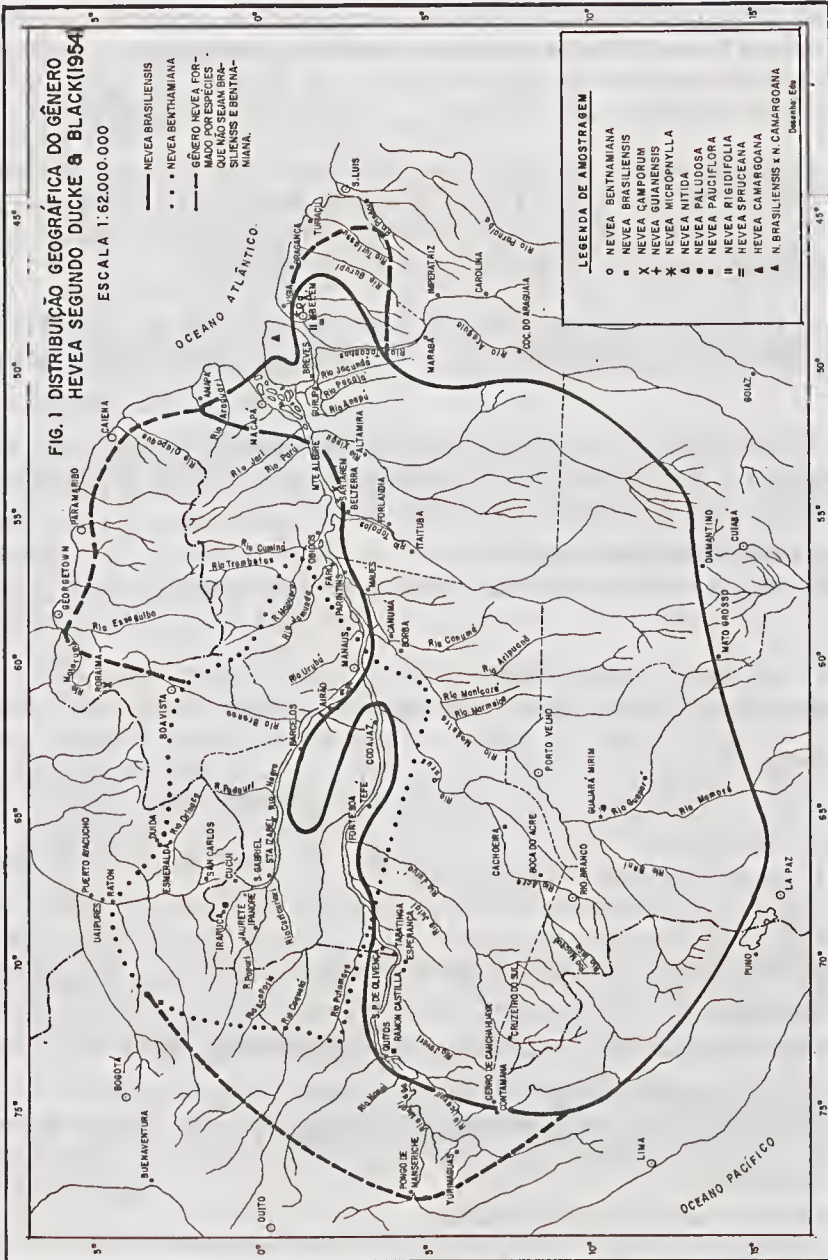



Figura 1 - Distribuição geográfica do gênero *Hevea* segundo Ducke & Black (1954)

dra do Baldwin-CPATU/EMBRAPA), sendo que as amostras de *Hevea camargoana* foram coletadas em Joanes, no município de Salvaterra, no Pará e as de *Hevea camporum* no Tapajós (Pará) e em Roraima. A espécie *Hevea paludosa* foi coletada na serra de Tunuí, no Amazonas e em Iquitos, no Peru.

Para cada espécie foram coletadas amostras de 3 a 5 árvores da região mais próxima da casca e a uma altura de 1,30 m (DAP); vale ressaltar que no caso de *H. paludosa,* as amostras foram retiradas apenas de duas árvores, considerando a escassez e dificuldade na coleta do material.

A identificação do material herborizado foi feita pelo Dr. João Murça Pires, pesquisador em Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

O material botânico correspondente às especies estudadas e encontra-se arquivado nos herbários do CPATU/EMBRAPA e MUSEU GOELDI em Belém-Pará, com os seguintes números de coletor:

Hevea benthamiana Muell. Arg.
Nelson Rosa 260; Manoel Cordeiro 1621 e Benedito Ribeiro (1829, 1836 e 1838).

Hevea brasiliensis (H.B.K.) Muell. Arg.
Nelson Rosa 268; Bento Pena 751, 753, 761 e Pires 12103

H. camargoana Pires
Nelson Rosa (3610 e 3612); Nilo T. Silva 4945 e Emanuel Oliveira 5957

H. camporum Ducke
Nilo T. Silva 4523 e Pires (10907 e 14480)

H. guianensis Aubl.
Nelson Rosa 262, Bento Pena 752, Manoel Cordeiro 1620

H. microphylla Ule
Bento Pena 763; Manoel Cordeiro 1625 e Benedito Ribeiro 1827

H. nitida Mart. ex Muell. Arg.
Nelson Rosa 264; Bento Pena 755 e Benedito Ribeiro 1837

H. paludosa Ule
Osvaldo Nascimento 227 e Pires 13254

H. pauciflora (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.
Nelson Rosa 265, Benedito Ribeiro 1830 e Pires 13254

H. rigidifolia (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.
Benedito Ribeiro (1931, 1832, 1833, 1834 e 1835)

H. spruceana (Benth.) Muell. Arg.
Nelson Rosa 267; Bento Pena (757, 758 e 759).

Os corpos de prova foram previamente preparados nas dimensões de 2 x 2 x 1 cm e posteriormente submetidos ao amolecimento através de cozimento em água. No caso de *Hevea camporum,* devido ao diâmetro do caule ser muito pequeno (cerca de 1,5 cm), foi utilizado o disco inteiro com 2 cm de altura.

Foram preparadas cerca de cinco lâminas por amostra sendo que os cortes obtidos das amostras atacadas por fungos manchadores foram clarificados com hipoclorito de sódio.

Para dissociação dos elementos fibrosos foi adotado o método de Schultze citado por Shimoya (1966), sendo que, em vez do ácido nítrico concentrado, utilizou-se solução a 50% e alguns grânulos de clorato de potássio. Após a maceração, que se processou em três a cinco minutos, o material dissociado foi colocado num funil de papel de filtro para lavagem com água destilada. Posteriormente o macerado foi deixado em safranina a 1%, durante 24 a 72 horas.

Para as pontoações intervasculares, parênquimo-vasculares e raio-vasculares; diâmetro das células do parênquima axial e largura dos raios unisseriados, foram realizadas 25 medições por amostra. Na determinação do número de poros/mm^2 foram efetuadas 100 contagens por amostra.

Com base nos dados quantitativos foram computados os seguintes parâmetros: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Foi utilizado o teste SNK (Student Newman and Keuls) para comparação entre médias de alguns dados histométricos como número poros/mm^2, diâmetro tangencial, espessura da parede dos vasos; número de raios/mm, largura dos raios multisseriados em células; comprimento, diâmetro total, diâmetro do lumen e espessura da parede das fibras.

As fotomacrografias foram obtidas utilizando-se Tessovar-Zeiss e as fotomicrografias, os fotomicroscópios Olympus e Carl Zeiss com filme Kodak Plus-X Pan 125 ASA-22 DIN, sendo imprimidas em papel fotográfico Kodak F3 brilhante.

Os corpos de prova para as fotomacrografias foram devidamente preparados utilizando-se lixa de ferro nº 400 sob água corrente e micrótomo JUNG com navalha apropriada.

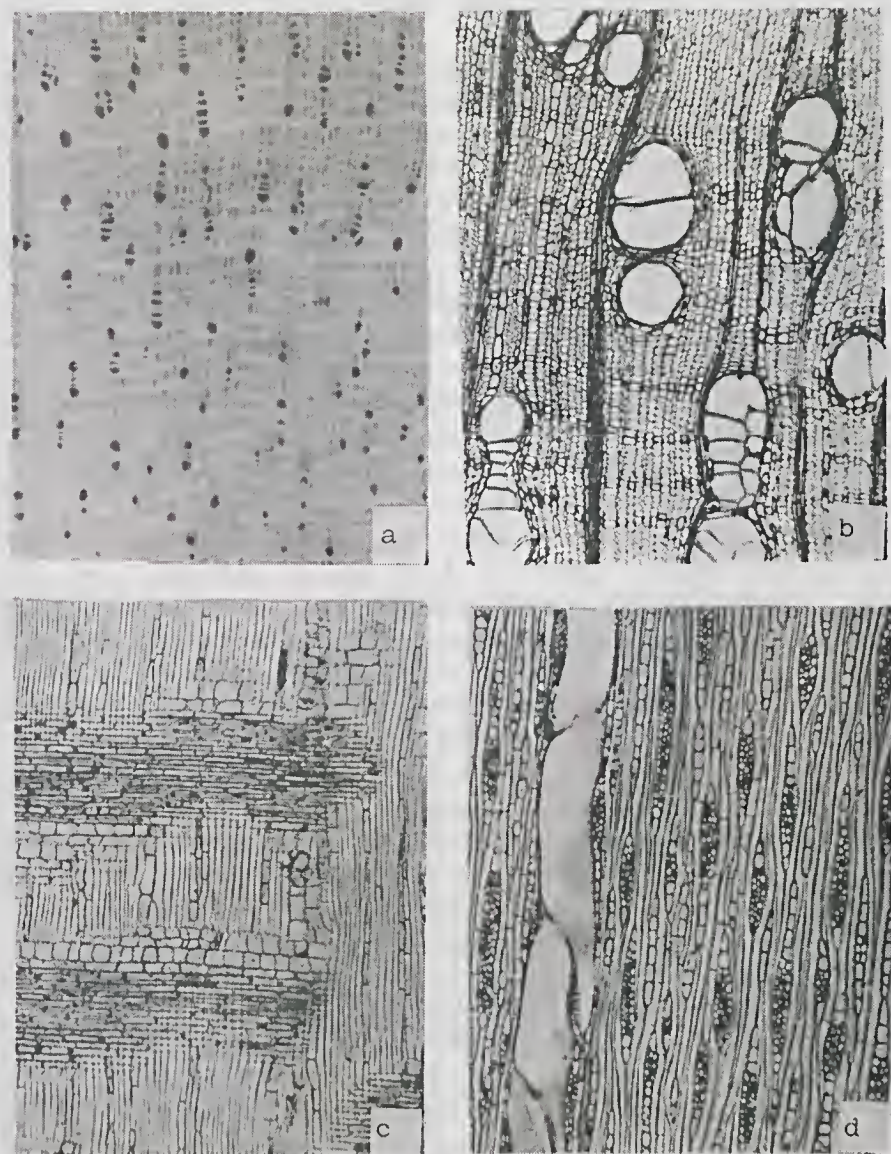



Figura 2 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. benthamiana*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal
c. Corte longitudinal radial (50X)
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea brasiliensis (HBK) Muell. Arg.

Parênquima com linhas em faixas concêntricas (com até seis células de largura), regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas, às vezes interrompidas e anastomosadas; há também paratraqueal escasso; séries com 3-7-12 células (500-*972*-1500 µm) de altura e 10-*28*-48 µm de largura; cristais muito freqüentes com até cinco câmaras por células. *Vasos* difusos, solitários (60,55%), múltiplos de 2 (31%), múltiplos radiais de até 12 vasos e ocasionalmente racemiformes; muito poucos (0-*2,4*-12 poros/mm²), médios (54-*161*-290 µm de diâmetro); seção oval nos vasos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (232-*803*-1500 µm), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-7-16 µm de largura; tilos raramente presentes e cristais ocasionalmente presentes nos tilos; pontoações intervasculares grandes (8-*12*-22 µm de diâmetro), areoladas e alternas, contorno poligonal, alongado, arredondado e oval; abertura em fenda horizontal e ligeiramente oblíqua, inclusa e exclusa apresentando coalescência envolvendo até quatro pontoações; pontoações parênquimo-vasculares grandes (7-*14*-30 µm de diâmetro), em pares semi-areolados e alternos; contorno poligonal, oval, arrendondado, alongado e triangular; ocasionalmente apresentam-se alongadas, com tendência a formar arranjos escalariformes; pontoações raio-vasculares grandes (7-*12*-22 µm de diâmetro), pares semi-areolados de contorno oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua e inclusa. *Raios* heterogêneos, os unisseriados apresentam células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam predominância de células procumbentes e raramente ocorrem raios com até cinco faixas de células quadradas no meio do raio; em alguns trechos as células quadradas apresentam tendência a células latericuliformes; numerosos (6-*9*-15 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (15-*24*-40 µm); os multisseriados são finos (22-*45*-73 µm); com 2-*3,5*-6 células de largura; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,1-*0,42*-0,9 mm), com 1-*5*-13 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-*0,67*-1,7 mm), com 6-*23*-69 células; granulações arredondadas de cor avermelhada muito freqüentes. *Fibras* libriformes, não septadas gelatinosas delgadas (finas), curtas (0,8-*1,41*-1,9 mm de comprimento, médias (14-*25*-48 um de largura); parede com 1-*4*-11 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusa; na interseção com as células do raio e parênquima, são conspicuamente areoladas (plano radial). *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas com parede de células mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 3).

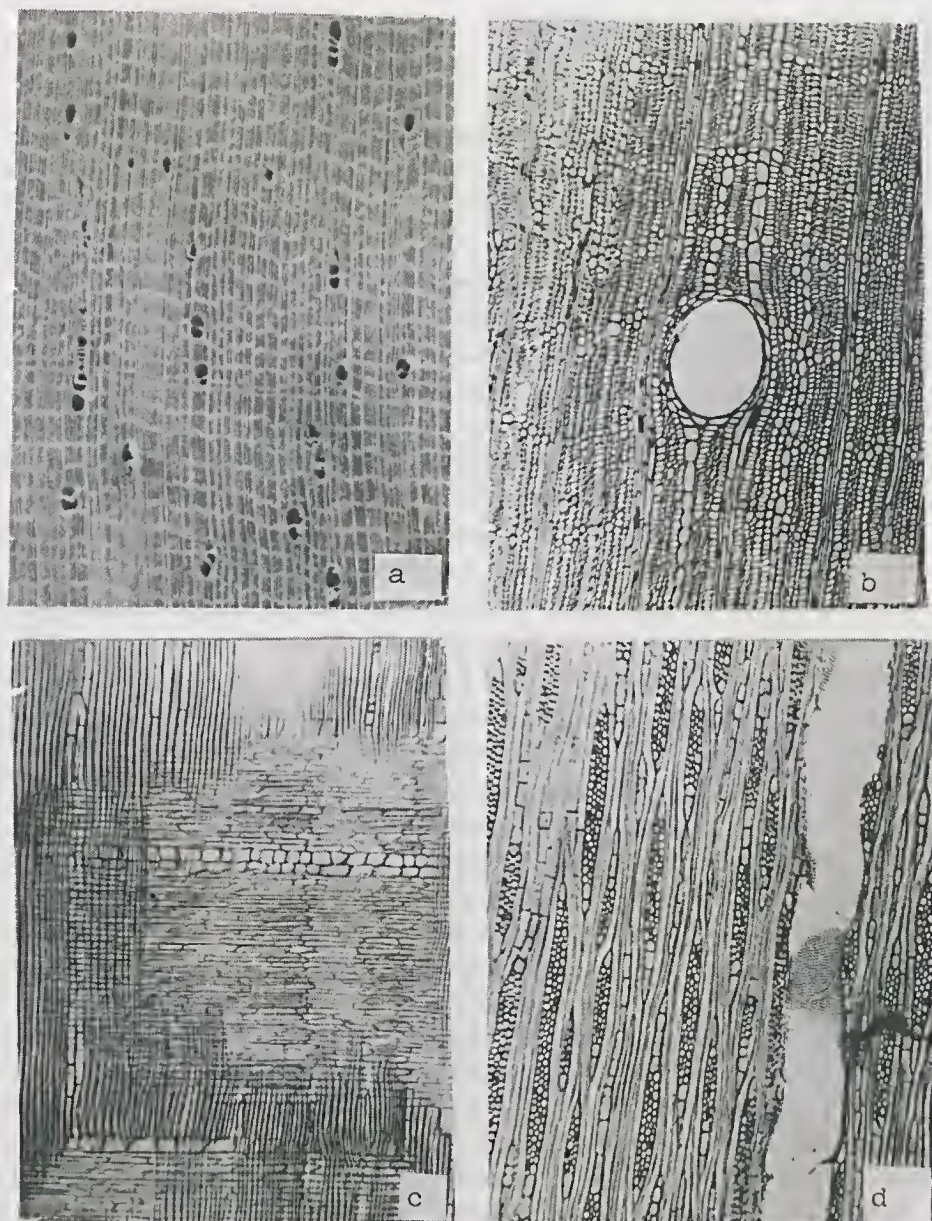



Figura 3 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. brasiliensis*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea camargoana Pires

Parênquima formado por linhas finas, concêntricas, com 1-2-células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas e contínuas. Há também paratraqueal escasso; série com 3-*6*-11 células (640-*892*-1382 µm) de altura e 24-*37*-44 µm de largura; cristais ocasionalmente presentes até dois por células; espessamento espiralado presente nas amostras 3610 e 4945. *Vasos* difusos, solitários (41,5%) e ocasionalmente em agrupamentos racemiformes, muito poucos (0-*2,4*-15 poros/mm^2), médios (50-*103*-200 µm de diâmetro); seção oval nos solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (150-*618*-1100 µm), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 2-*5*-8 µm de largura; tilos ocasionalmente presentes; pontoações intervasculares grandes (9-*12*-34 µm de diâmetro), areoladas, alternas, contorno arredondado, poligonal, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, inclusa, exclusa e ocasionalmente coalescidas próximo à placa de perfuração, envolvendo até três pontoações; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-*11*-18 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência para arranjos escalariformes; contorno arrendondado, oval alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, ligeiramente inclinada, inclusa e exclusa; pontoações raio-vasculares grandes (8-*14*-19 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente apresentam tendência para arranjos escalariformes; contorno arredondado, oval alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, ligeiramente inclinada, inclusa e exclusa. *Raios* heterogêneos; os unisseriados apresentam células eretas e quadradas, os multisseriados apresentam até quatro faixas de células procumbentes, intercaladas por células eretas e quadradas, numerosos (5-*8*-16 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (8-*25*-44 µm); os multisseriados são finos (20-*38*-60 µm) com 2-*3,6*-4 células de largura; os raios unisseriados são muito baixos (0,2-*0,4*-1,1 mm), com 2-*6*-14 células de altura; os multisseriados são muito baixos (0,2-*0,54*-1,4 mm), com 4-*13,4*-34 células de altura; granulações de cor alaranjada presentes nos raios. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, de paredes delgadas com espessamento espiralado; curtas (0,8-*1,29*-2,1 mm) de comprimento; médias (20-*33*-40 µm de largura; paredes com 2-*5*-8 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear e oblíqua; na interseção dos raios e das células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas com paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 4).

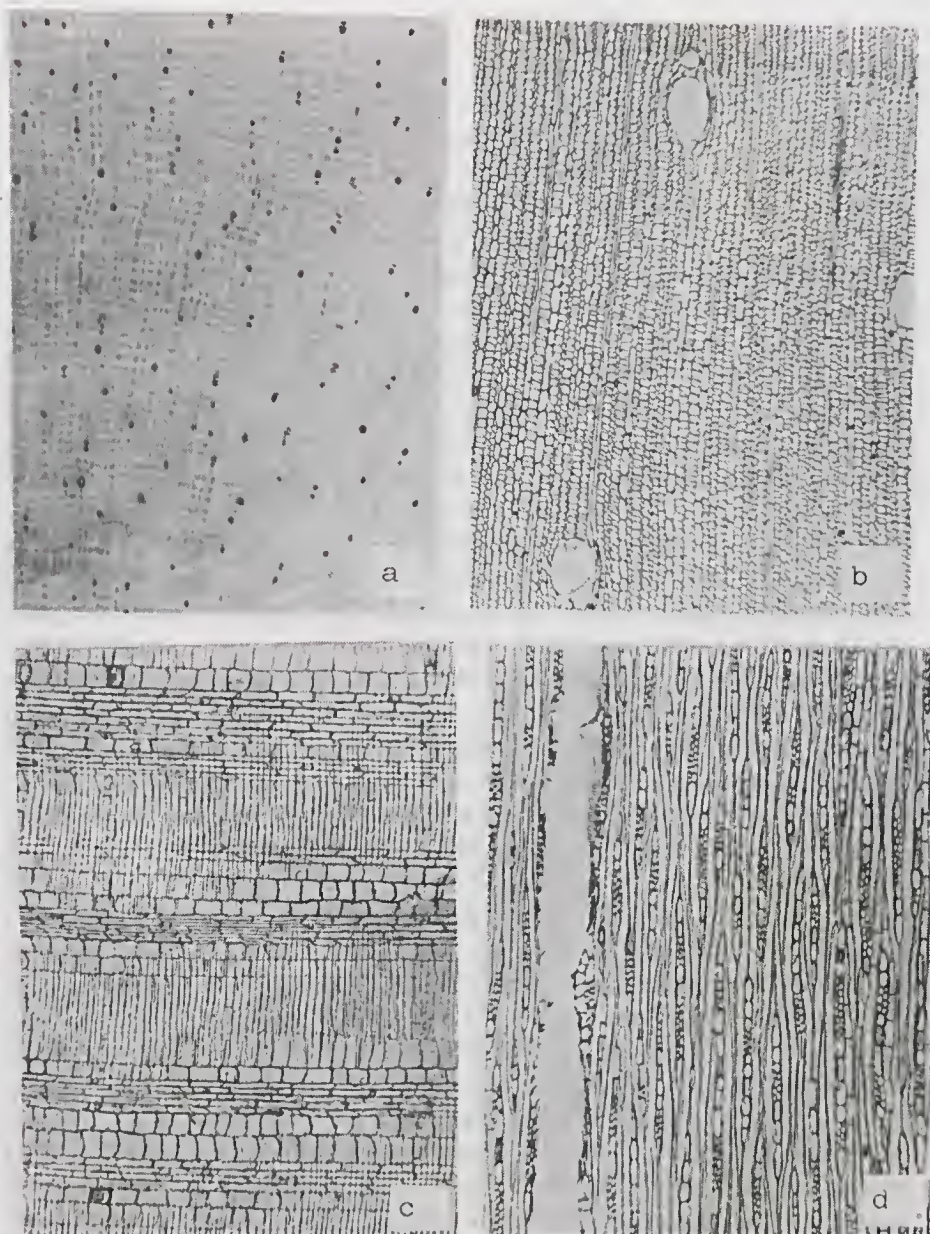



Figura 4 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. camargoana*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea camporum Ducke

Parênquima em linhas finas, concêntricas, de 1-2 células de largura, sinuosas e contínuas. Há também, ocasionalmente parênquima paratraqueal aliforme escasso, de extensão linear; série com 4-*5,8*-11 células (461-*1000*-1330 µm) de altura; e 22-*31*-44 µm de largura; granulações arredondadas de cor avermelhada e abundantes. *Vasos* difusos, solitários predominantes (62%), múltiplos de 2-3 (30%), múltiplos radiais de até 10 vasos e ocasionalmente racemiformes; numerosos (1-*11*-32 poros/mm²) e médios (28-*109*-190 µm de diâmetro); seção oval nos poros solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (418-*640*-950 µm de comprimento), com apêndices curtos em uma ou em ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-*6*-8 µm de largura; tilos muito freqüentes, não esclerosados, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (8-*11*-14 µm de diâmetro), areoladas, alternas, contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, lenticular, inclusa e exclusa e às vezes coalescidas próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares grandes (7-*12*-20 µm diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência a arranjos escalariformes; contorno arredondado e alongado, abertura em fenda horizontal, inclusa a exclusa e coalescidas principalmente próximo às placas de perfuração; pontoações raio-vasculares grandes (8-*12*-26 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, ocasionalmente com tendência a escalariformes; contorno arredondado e triangular; abertura em fenda horizontal, inclusa, e apresentando coalescência principalmente próximo à placa de perfuração. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados são compostos por células procumbentes, eretas e quadradas, apresentando até duas faixas de células procumbentes intercaladas por células eretas e quadradas; numerosos (5-*10,2*-15 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (14-*21*-32 µm); os multisseriados são muito finos (20-*29*-53 µm), com 2-*2,1*-4 células de largura (predominante bisseriados); quanto à altura, os unisseriados são extremamente baixos (0,08-*0,39*-0,7 mm), com 2-*5,8*-20 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-*0,41*-0,9 mm), com 4-*13*-29 células; granulações de coloração avermelhada muito freqüentes. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e delgadas; curtas (0,5-*1,10*-1,60 mm de comprimento), estreitas (11-*24*-47 µm de largura); paredes com 1-*5*-9 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa a exclusa; nas intersecções com os raios são distintamente areoladas (mais evidentes na seção radial). *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas mais escuras. (Figura 5).

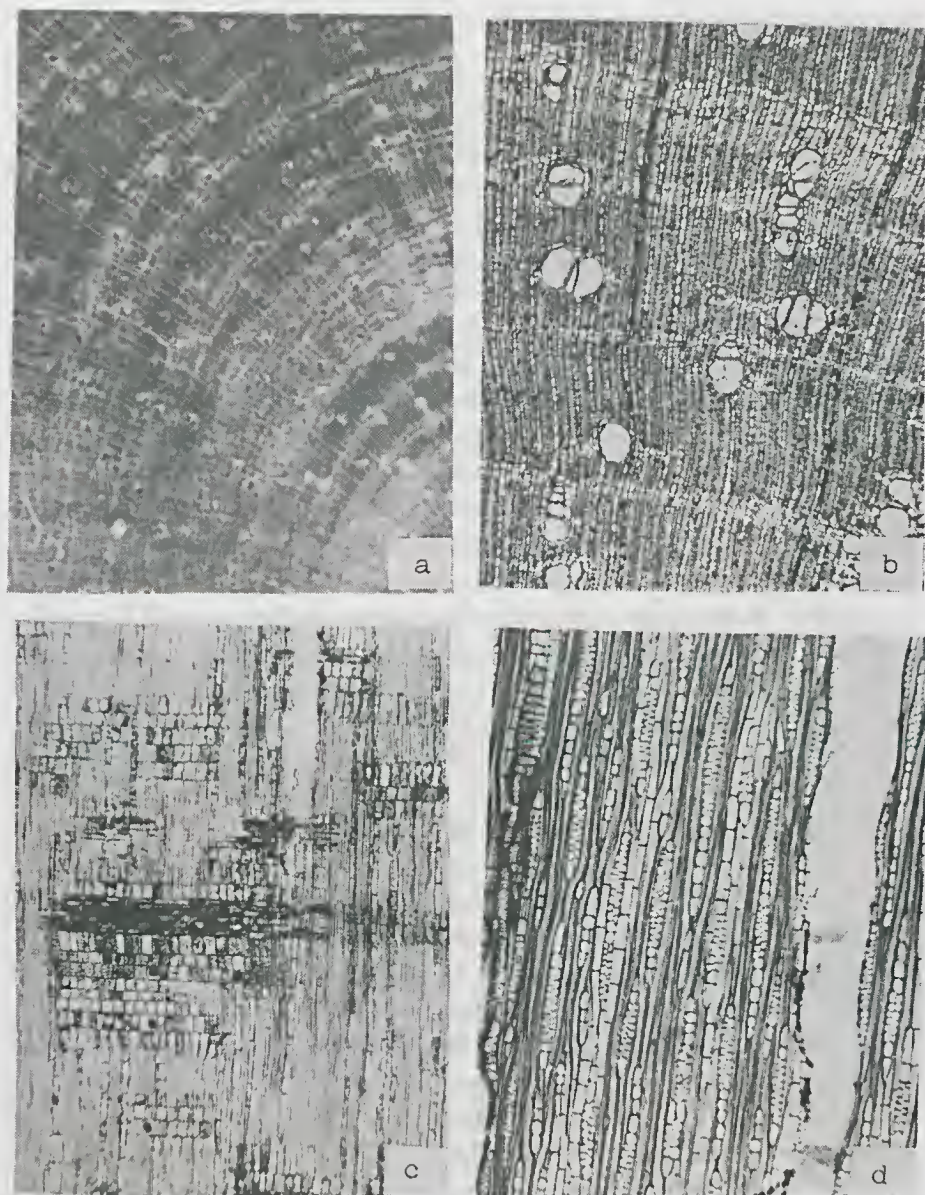



Figura 5 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. camporum*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea guianensis Aubl.

Parênquima, em linhas finas, concêntricas, de 1-3 células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas e às vezes interrompidas; parênquima paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 5-*8,8*-15 células (742-*912*-1274 µm) de altura e 21-*28*-34 um de largura; cristais muito freqüentes na amostra 1620; vasos difusos; solitários (57,3%), múltiplos de 2-3 (29%), múltiplos radiais de até 11 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-*3,9*-23 poros/mm²); médios (53-*133*-214 µm de diâmetro), seção oval nos vasos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (294-*753*-1140 µm de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-*6*-8 µm de largura; tilos freqüentemente presentes, contendo cristais romboidais; pontoações intervasculares médias (8-*10*-14 µm de diâmetro), areoladas, alternas, de contorno poligonal, oval e arredondado, abertura em fenda horizontal, inclusa e exclusa, coalescentes próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares médias (8-*10*-12 µm de diâmetro), pares semi-areolados e alternos; contorno oval, alongado, com tendência a escalariforme; pontoações raio-vasculares grandes (8-*12*-15 µm de diâmetro), pares semi-areolados e alternos; contorno oval e arredondado. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas e os multisseriados apresentam até três faixas de células procumbentes, intercaladas por faixas de células eretas e quadradas; em alguns raios há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (6-*9,5*-13 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (14-*20*-33 µm); os multisseriados são finos (17-*32*-46 µm), com 2-*2,6*-3 células de largura; os unisseriados são extremamente baixos (0,1-*0,3*-0,8 mm), com 2-*5*-14 células de altura; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-*0,48*-1,3 mm), com 7-*17,3*-36 células de altura; cristais ocasionalmente presentes na amostra 1620; granulações de cor alaranjada muito freqüentes na amostra 752. *Fibras* libriformes, não septadas, com paredes delgadas e gelatinosas; curtas (0,8-*1,2*-1,8 mm de comprimento e médias (13,9-*26,8*-40,3 µm de largura); paredes com 2-*4*-7 µm de espessura; pontoações simples, abertura em forma de fenda oblíqua, inclusa e exclusa, contorno circular e no cruzamento com os raios e células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* bem distintos e demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 6).

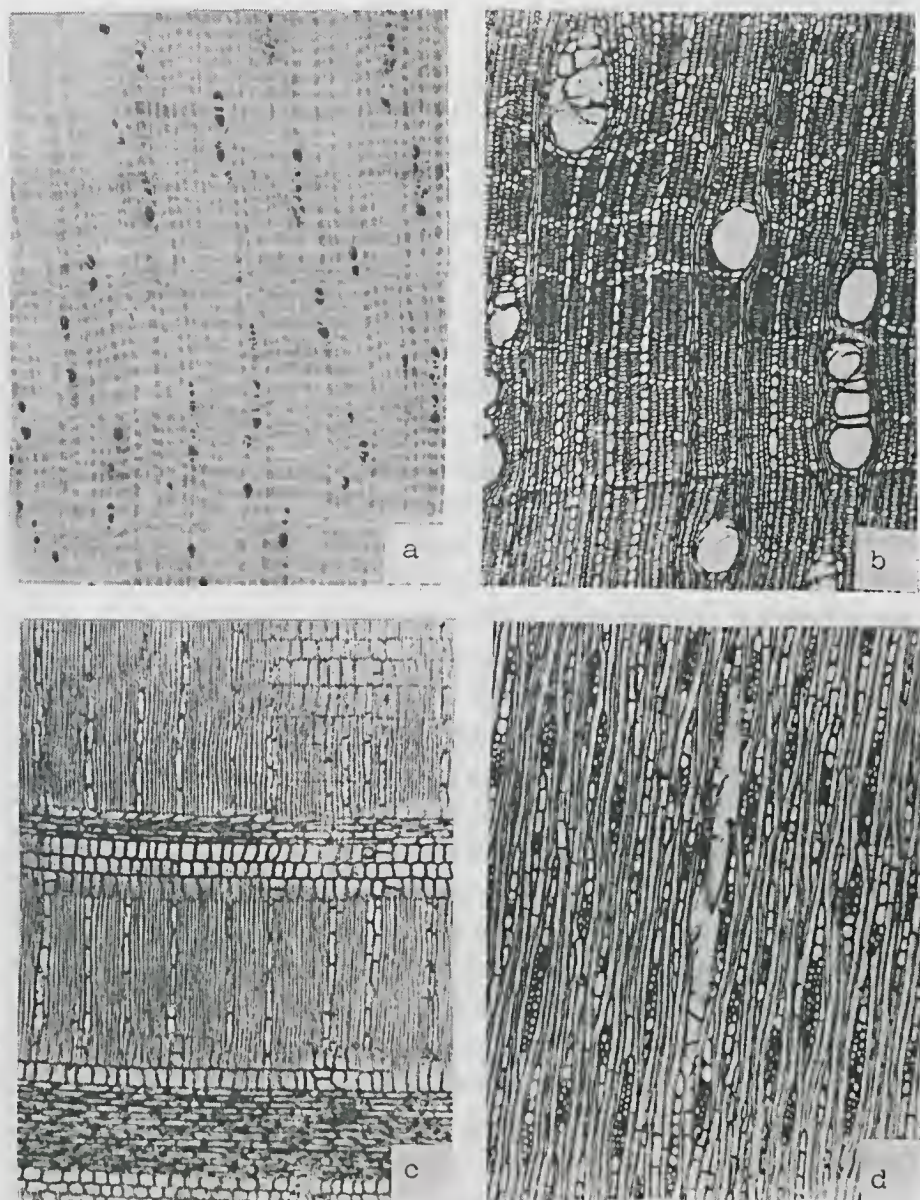



Figura 6 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. guianensis.*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea microphylla Ule

Parênquima em linhas finas, concêntricas, de até duas células de largura, regularmente espaçadas e sinuosas. Há também parênquima paratraqueal escasso; série com 4-*7,3*-22 células (475-*866*-1233 µm) de altura e 24-*32*-40 µm de largura. *Vasos* difusos, solitários (50%), múltiplos de 2-3 (31,7%), múltiplos radiais de até 7 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-2,5-8 poros/mm²), médios (52-*120*-196 µm de diâmetro); seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (200-*630*-1020 µm de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; espessura da parede com 4-7-10 µm de largura, tilos raramente presentes, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (8-*9*-16 µm de diâmetro), areoladas, alternas, contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal inclusa e exclusa; pontoações parênquimo-vasculares médias (8-*10*-13 µm de diâmetro); pares semi-areolados, alternos; contorno oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal e oblíqua, inclusa e exclusa; pontoações raio-vasculares médias (6-*10*-14 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos; contorno oval, arredondado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua, inclusa e exclusa. *Raios* heterogêneos; os unisseriados possuem células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam predominância das células horizontais em relação às eretas e quadradas; há ocasionalmente uma fileira de células quadradas no meio do raio; numerosos (5-*8,7*-12 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (16-*20*-36 µm); os multisseriados são finos (20-*33*-52 µm), com 2-*2,8*-4 células de largura; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,2-*0,26*-0,9 mm) com 2-*6*-15 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-*0,48*-0,9 mm) com 7-*17*-30 células de altura; cristais ocasionalmente presentes. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas; curtas (0,6-*1,27*-1,6 mm de comprimento) e médias (20-*31*-40 µm de largura); paredes com 2-*5*-7 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusa; nos cruzamentos com os raios e células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas achatadas tangencialmente (Figura 7).

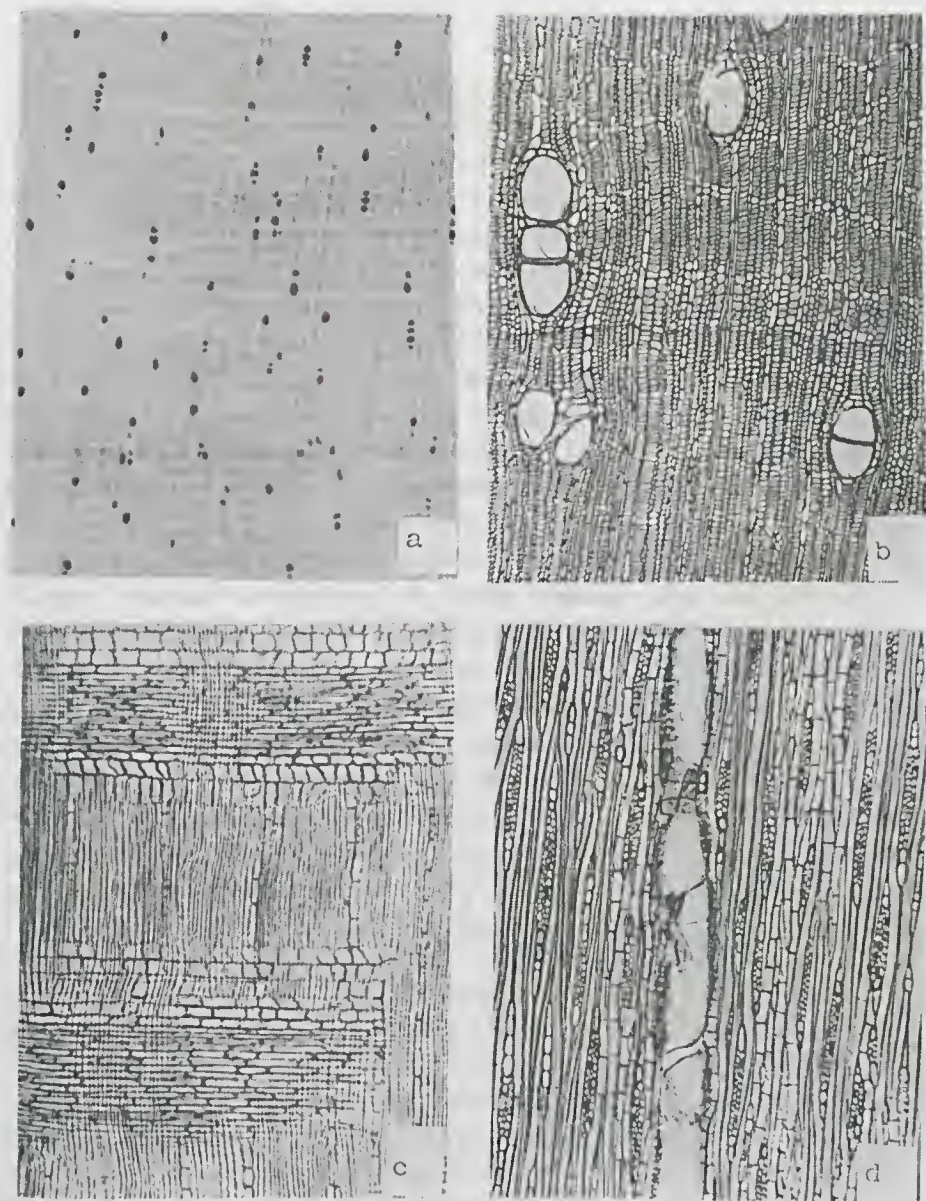



Figura 7 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. microphylla.*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea nitida Mart ex Muell. Arg.

Parênquima em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas e às vezes interrompidas. Há também presença de parênquima paratraqueal escasso; série com 4-7-13 células (579-*932*-1204 µm) de altura e 14-*26*-36 µm de largura; cristais muito freqüentes na amostra 264, sendo observados tanto no plano radial como no tangencial. *Vasos* difusos, solitários (52,3%), múltiplos de 2-3 (36,7%), ocasionalmente racemiformes e múltiplos radiais de até 7 vasos; poucos (0-*5*-14 poros/mm²); médios (57-*140*-270 µm), seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (320-*739*-1200 µm), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-*6*-10 µm de largura; tilos presentes nas amostras 264 e 1837; pontoações intervasculares grandes (10-*12*-17 µm de diâmetro), areoladas e alternas, contorno arredondado e poligonal, abertura em fenda horizontal, ligeiramente oblíqua, inclusa e exclusa, apresentando coalescência em alguns trechos; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-*12*-18 µm de diâmetro); semi-areoladas, alternas, de contorno oval, arredondado e alongado, às vezes poligonal; abertura em fenda horizontal e oblíqua, inclusa, exclusa e ocasionalmente coalescidas, envolvendo até 2 pontoações; pontoações raio-vasculares grandes (8-*12*-18 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos ou irregularmente dispostos; contorno arredondado, alongado e triangular; abertura inclusa, exclusa e ocasionalmente coalescidas envolvendo até 3 pontoações. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam até quatro faixas de células horizontais intercaladas por faixas de células latericuliformes; numerosos (6-*9,7*-13 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (17-*19*-28 µm); os multisseriados são finos (21-*33*-48 µm), com 2-*2,8*-5 células de largura. Quanto à altura os raios unisseriados são muito baixos (0,08-*0,29*-0,7 mm), com 2-*6*-15 células; cristais e granulações de cor alaranjada muito freqüentes na amostra 264, sendo mais evidentes no corte radial. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e de paredes delgadas; curtas (0,60-*1,27*-1,90 mm), médias (16-*26*-39 µm); paredes com 2-4-6 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e de contorno circular; nas interseções com os raios e células do parênquima axial são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 8).

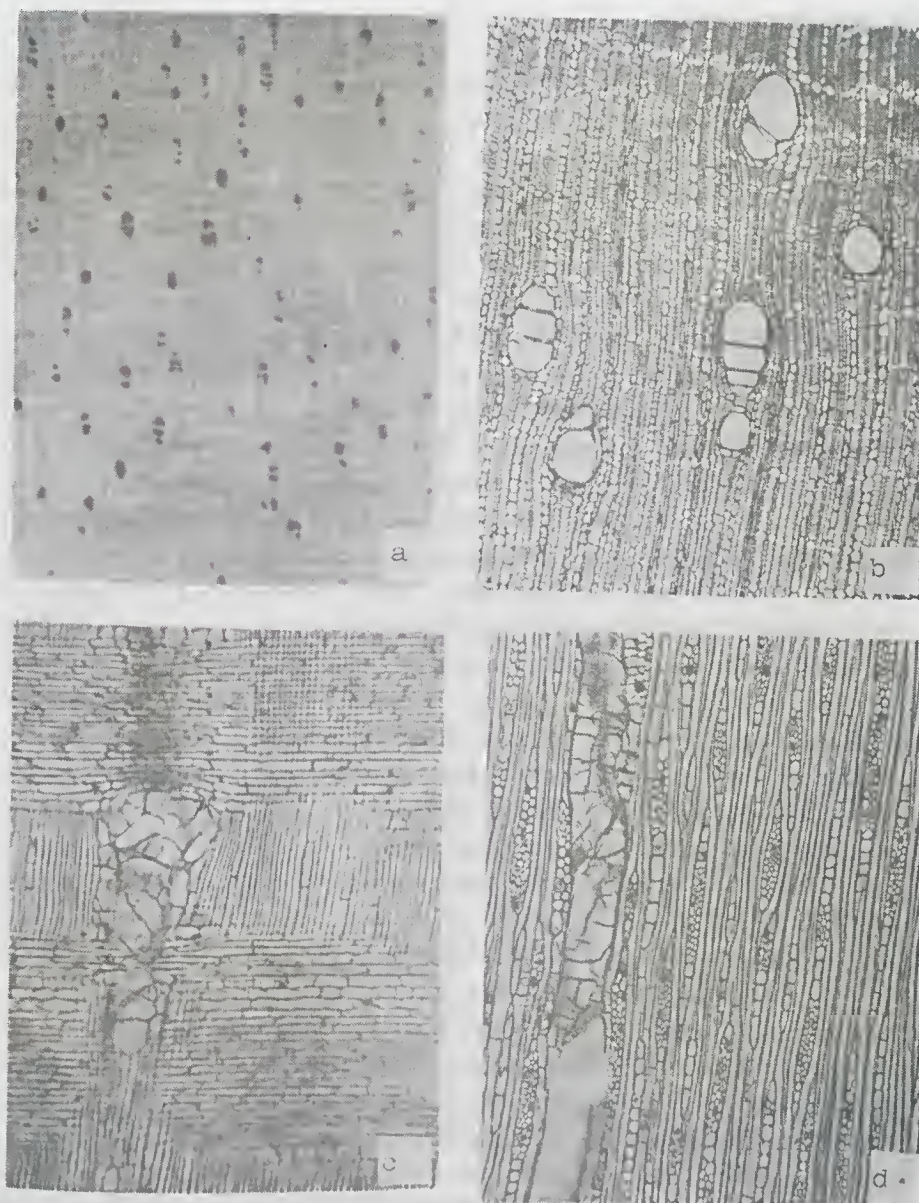



Figura 8 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. nitida*.
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea paludosa Ule

Parênquima em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas, às vezes interrompidas; ocasionalmente ocorre o parênquima paratraqueal escasso; série com 4-*5,6*-8 células (480-*790*-1050 µm) de altura e 22-*28*-35 µm) de largura. *Vasos* difusos, solitários em maioria (66%), múltiplos de 2-3 (23%), ocasionalmente racemiformes e múltiplos radiais de 2-8; poucos (0-*3*-15 poros/mm²), médios (66-*105*-161 um); seção oval nos poros solitários e achatadas nos múltiplos; elementos vasculares longos (313-*682*-696 µm), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede de 4-*5*-8 µm de largura; tilos muito freqüentes, não esclerosados, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (*8*-*10*-13 µm de diâmetro), areoladas e alternas; contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, oblíqua, inclusa e lenticular, havendo coalescência com até duas pontoações; pontoações parênquimo-vasculares grandes (9-*12*-16 µm de diâmetro); pares semi-areolados alternos e irregularmente dispostos, contorno poligonal, oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua e inclusa; pontoações raio-vasculares médias (8-*9*-13 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, e irregularmente dispostos; contorno poligonal, oval arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda lenticular, oval inclinada e inclusa, com tendência a formar arranjos escalariformes. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam, ocasionalmente, até três faixas estreitas de células horizontais, intercaladas por faixas de células eretas e quadradas; pouco numerosos (4-*7,4*-12 raios/mm); muito finos (17-*25*-34 µm); os multisseriados são finos (24-*40*-72 µm) com 2-*2,4*-3 células; quanto à altura os unisseriados são extremamente baixos (0,06-*0,3*-0,4 mm), com 2-*4*-6 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,3-*0,54*-0,8 mm), com 6-*12,3*-18 células; granulações de cor vermelha e arredondadas presentes. *Fibras* libiformes não septadas, abundantemente gelatinosas e de paredes delgadas; curtas (0,8-*1,22*-1,8 mm), médias (17-*30*-39 µm); paredes com 5-7-11 µm de diâmetro; pontoações simples, abertura em fenda linear, vertical e exclusa; na interseção com as células do raio e parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* bem distintos e demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 9).

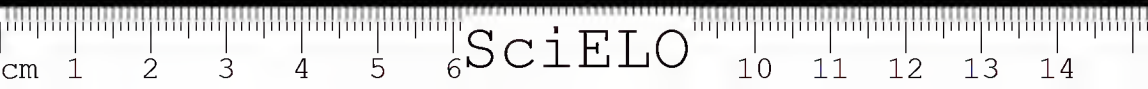
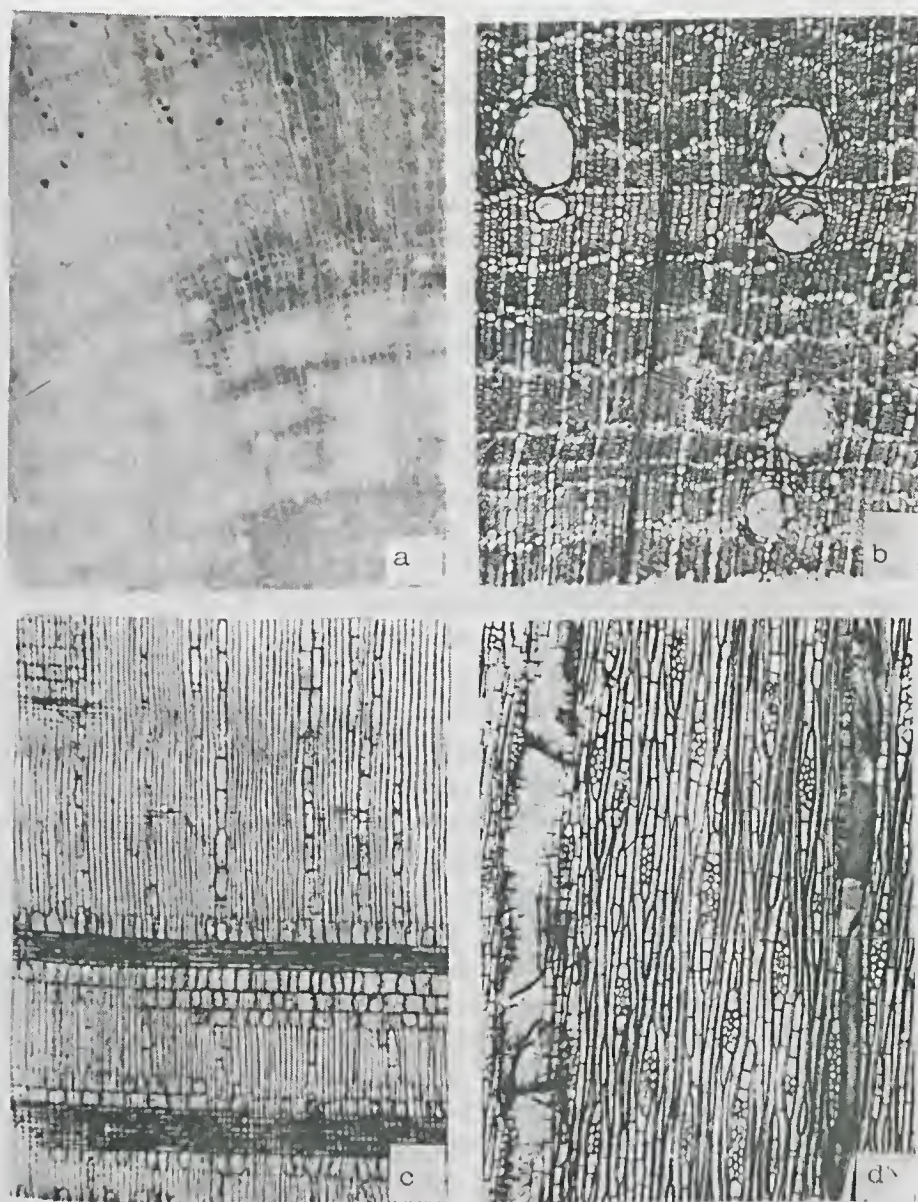



Figura 9 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. paludosa*.
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea pauciflora (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.

Parênquima linhas finas, regularmente espaçadas, concêntricas, com até duas células de largura, contínuas, sinuosas e às vezes interligando-se; há também parênquima paratraqueal escasso, série com 3-5-7 células (574-*888*-1260 µm) de altura e 21-*28*-38 µm de largura. *Vasos* difusos, solitários (59%), múltiplos de 2-3 (33,7%), ocasionalmente múltiplos racemiformes e múltiplos radiais de até 6 vasos; muito poucos (0-*2,3*-10 poros/mm²) e médios (40-*164*-250 µm); seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (427-*762*-1470 µm), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-*7*-12 µm de largura; tilos raramente presentes; pontoações intervasculares grandes (8-*14*-19 µm de diâmetro), areoladas e alternas; contorno poligonal, oval e alongado; abertura em fenda lenticular, horizontal, inclusa e exclusa, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-*11*-13 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, contorno arredondado, oval, triangular e alongado; abertura em fenda lenticular, horizontal, oblíqua, inclusa e exclusa; pontoações raio-vasculares grandes (8-*12*-16 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos ou irregularmente dispostos; contorno oval, arredondado e triangular; abertura em fenda lenticular, horizontal e oblíqua. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos em sua maioria até quatro faixas de células procumbentes, intercaladas por células eretas e quadradas; geralmente apresentam predominância de células procumbentes e em alguns trechos há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (6-*9,4*-13 raios/mm); os raios unisseriados são muito finos (11-*18*-25 µm), os multisseriados são finos (13-*28*-42 µm), com 2-*2,6*-4 células, de largura; com relação à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,07-*0,24*-0,6 mm), com 2-*4,8*-11 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-*0,44*-1,1 mm), com 7-*9,2*-50 células; granulações arredondadas de coloração alaranjada muito freqüentes nos raios. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, delgadas a muito delgadas; curtas (0,8-*1,38*-1,9 mm), médias (20-*28*-39 µm de largura); paredes com 2-*4*-7 µm de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusa. Na interseção das células dos raios e parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas achatadas tangencialmente (Figura 10).

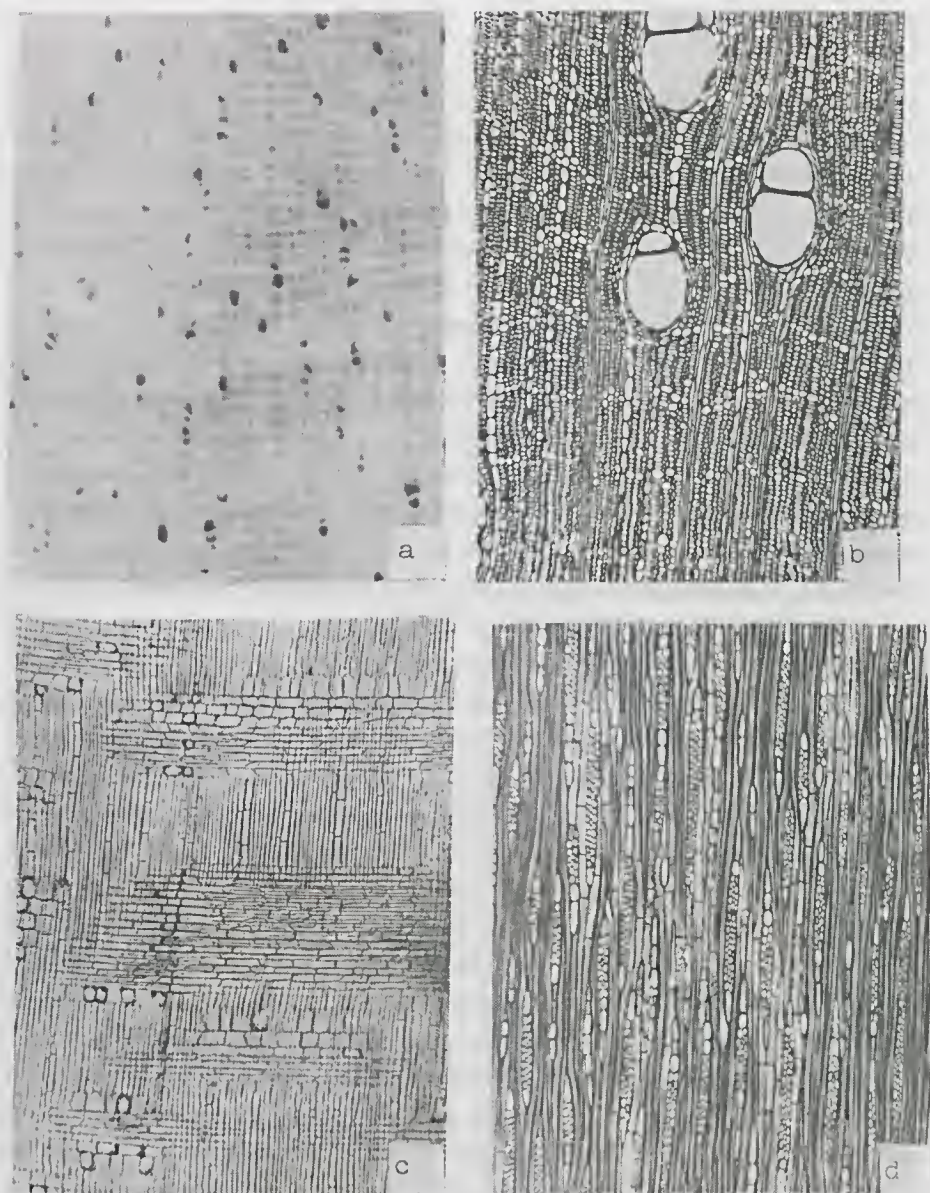



Figura 10 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. pauciflora*.
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea rigidifolia Spruce ex Benth.

Parênquima em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, sinuosas, contínuas e regularmente espaçadas. Parênquima paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 4-7-13 células (570-*968*-1520 µm) de altura e 20-*28*-45 µm de largura; cristais freqüentemente presentes na amostra 1832, com até 4 câmaras por célula. *Vasos* solitários (43,8%), múltiplos de 2-3 (40,8%), múltiplos radiais de até 9 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-*4,9*-20 poros/mm²), médios (81-*159*-294 µm de diâmetro); seção oval nos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (150-*735*-1206 µm de comprimento) com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-*6*-10 µm de largura; tilos ocasionalmente presentes; pontoações intervasculares grandes (8-*12*-18 µm de diâmetro), areoladas, alternas; contorno poligonal, arredondado e oval; abertura em fenda horizontal e inclusa; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-*12*-18 µm de diâmetro), pares semi-areolados, contorno oval, elíptico, alongado e triangular com tendência a formar arranjos escalariformes; pontuações raio-vasculares grandes (8-*12*-19 µm de diâmetro), pares semi-areolados, contorno oval, elíptico, alongado e triangular, com tendência a formar arranjos escalariformes. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos em sua maioria por células erectas e quadradas; os multisseriados são formados por células procumbentes, eretas e quadradas, havendo três faixas de células horizontais intercaladas por células eretas e quadradas. Há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (4-*10,3*-15 raios/mm); quanto à largura, os unisseriados são muito finos (12-*20*-32 µm); os multisseriados são muito finos (15-*29*-49 µm de diâmetro), com 2-*2,4*-3 células; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,0-*0,36*-0,7 mm) com 2-*6*-12 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-*0,62*-1,55 mm); com 7-*19,6*-49 células; cristais muito freqüentes na amostra 1832. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e delgadas; curtas (0,5-*1,2*-1,82 mm), médias (11-*26*-40 µm); paredes com 3-*5*-12 µm de espessura; pontoações simples com fenda linear, oblíqua, inclusa e conspicuamente areoladas nas interseções das células do raio e parênquima. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas de paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 11).

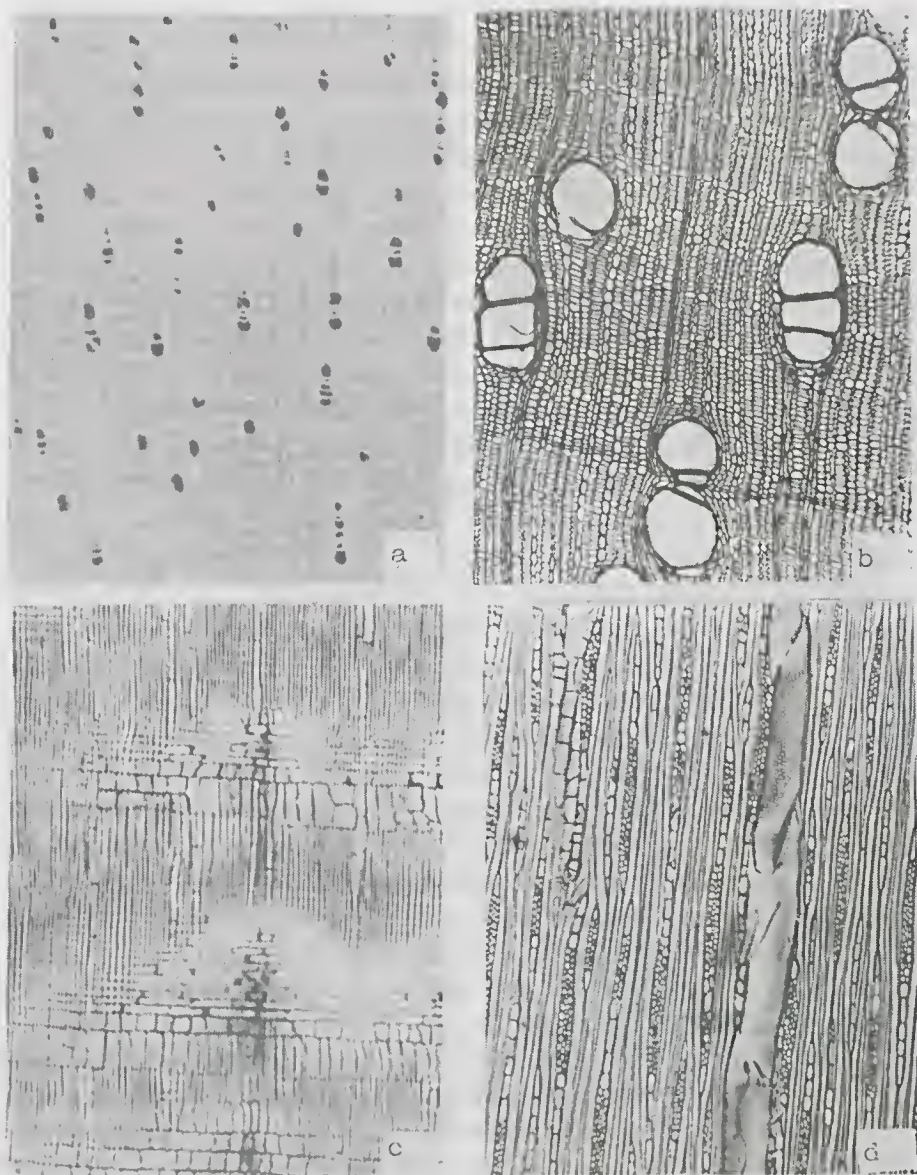



Figura 11 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. rigidifolia*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Hevea spruceana (Benth.) Muell. Arg.

Parênquima em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, contínuas, sinuosas e regularmente espaçadas. Parênquima paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 3-7-10 células (450-*891*-1350 µm) de altura e 18-*29*-40 µm de largura; cristais muito freqüentes nas amostras 757 e 758, com até 6 câmaras por célula. *Vasos* difusos solitários (56%), múltiplos de 2 (31%), múltiplos radiais de até 8 vasos e ocasionalmente racemiformes; muito poucos (0-*2,3*-9 poros/mm²), médios (44-*133*-204 µm de diâmetro); seção oval nos solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (377-*748*-1100 µm de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; parede com 4-*6*-8 µm de espessura; tilos muito freqüentes na amostra 758; pontoações intervasculares grandes (8-*11*-15 µm de diâmetro), areoladas, alternas; contorno arredondado, poligonal, oval, fenda inclusa e exclusa e, ocasionalmente, apresentando coalescência em alguns trechos próximos às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-*12*-17 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, ovais, arredondados, alongados e triangulares. Algumas vezes apresentam-se coalescidas, envolvendo até duas pontoações; pontoações raio-vasculares grandes (8-*13*-20 µm de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, arredondados, alongados, ovais e triangulares; abertura inclusa e exclusa e, ocasionalmente, coalescidas envolvendo até duas pontoações. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são formados por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam até 4 faixas de células procumbentes, intercaladas com faixas de células eretas e quadradas; ocasionalmente apresentam uma fileira de células eretas e quadradas no meio do raio; numerosos (7-*10,4*-14 raios/mm); quanto à largura os raios unisseriados são muito finos (17-*26*-44 µm); os multisseriados são finos (19-*34*-52 µm) com 2-*2,6*-4 células; quanto à altura os unisseriados são extremamente baixos (0,1-*0,37*-0,7 mm), com 2-*6,5*-20 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-*0,62-1,5 mm), com 6-19*-42 células; cristais ocasionalmente presentes na amostra 758; presença de granulações arredondadas de cor alaranjada. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, delgadas a muito delgadas, curtas (0,8-*1,24*-1,9 mm), médias (17-*34*-57 µm); paredes com 2-*3*-7 µm de espessura; pontoações simples com fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusa, porém distintamente areoladas no cruzamento com as células dos raios e parênquima axial. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas de paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 12).

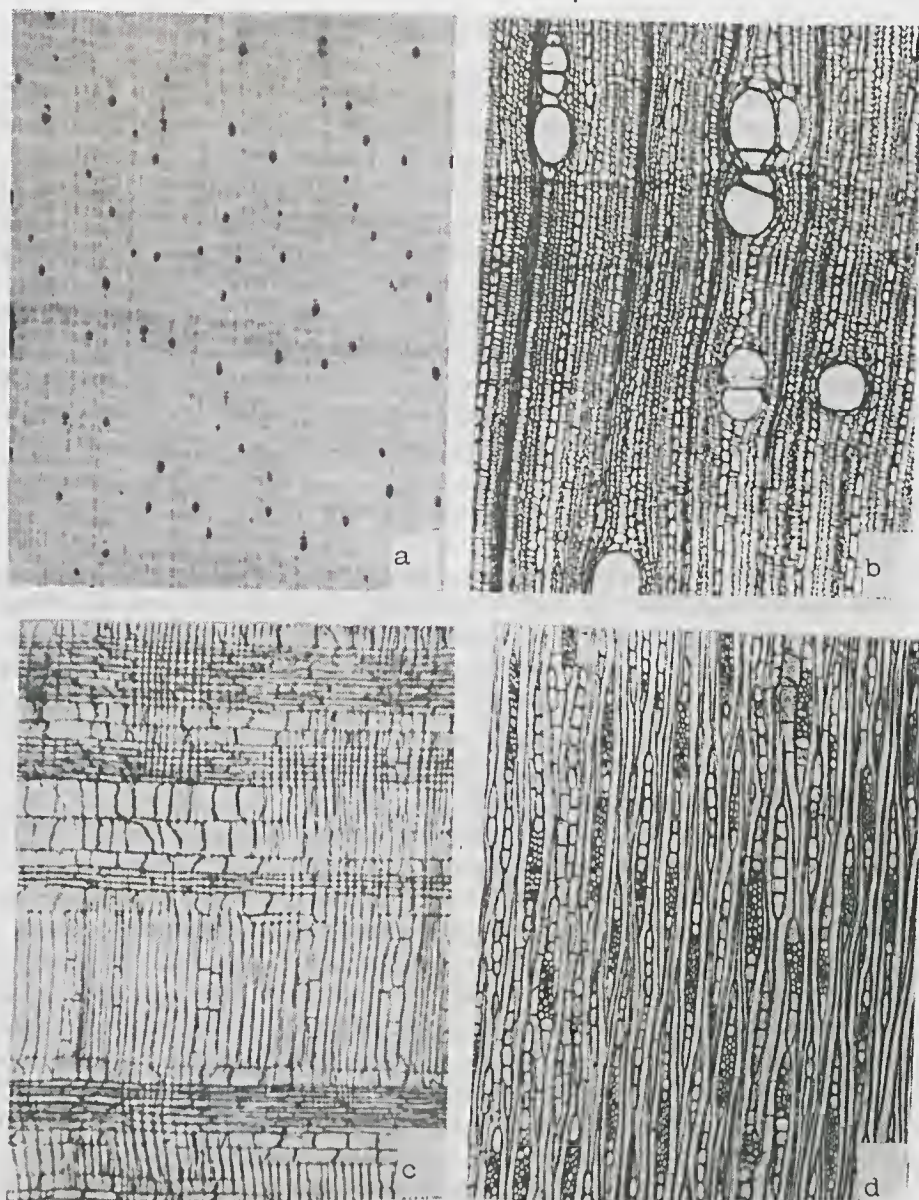



Figura 12 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. spruceana*
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
c. Corte longitudinal radial (50X).
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

Características anatômicas macroscópicas do gênero Hevea

Parênquima distinto só sob lente nas espécies *H. camporum*, *H. camargoana* e *H. paludosa* e visível a olho nu nas demais espécies; em linhas finas na maioria das espécies, porém em *H. camporum* ocorre parênquima aliforme escasso, de extensão linear, visível só sob lente. *Poros* distintos a olho nu na maioria das espécies, à exceção de *H. camporum*. *H. paludosa* e *H. camargoana* que são visíveis só sob lente; muito poucos a numerosos (1,4 a 32 poros/mm²), em média poucos a médios (2,3-11 poros/mm²), sendo que *H. camporum* apresenta maior número de poros/mm² (até 32 poros/mm²); linhas vasculares distintas a olho nu na maioria das espécies; placas de perfuração simples; tilos ocasionalmente a muito freqüentes. *Raios* no topo muito finos a finos, sendo que na face tangencial são irregularmente dispostos. *Anéis de crescimento* distintos a olho nu e demarcados por zonas fibrosas escuras.

Características anatômicas microscópicas do gênero Hevea

Parênquima em linhas finas, concêntricas, com 1-3 células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas e contínuas. Há também ocasionalmente parênquima aliforme escasso, de extensão linear em *H. camporum;* série com 3-18 (5-8,8) células e 410-1530 (790-1000 µm) de altura; 8-61 (26-37 µm) de largura. *Vasos* difusos, solitários (30-54%), múltiplos de 2-3 (34%), múltiplos radiais de até 12 vasos e ocasionalmente racemiformes; 0-32 (2,3-11) poros/mm²; diâmetro tangencial com 28-294 (103-164) µm; seção oval nos poros/mm²; diâmetro tangencial com 28-294 (103-164) µm; seção oval nos poros solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares com 150-1500 (618-820) µm de comprimento; placas de perfuração simples; espessura da parede com 2-16 (5-8) µm de largura; tilos presentes na maioria das espécies estudadas; pontoações intervasculares 8-34 (9-14) µm de diâmetro, areoladas a alternas; contorno poligonal arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal a ligeiramente oblíqua, inclusa e exclusa e, ocasionalmente, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares com 7-30 (9-13) µm de diâmetro, pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência a arranjos escalariformes; contornos poligonal, oval, arredondado, triangular e alongado; abertura em fenda horizontal, inclusa e exclusa e, ocasionalmente, coalescidas próximo às placas de perfuração; pontoações raiovasculares com 6-26 (9-14) µm de diâmetro; pares semi-areolados, alternos e, ocasionalmente, com tendência a escalariforme; contornos poligonal, oval, arredondado, triangular e alongado; abertura em fenda horizontal; inclusa a exclusa e, ocasionalmente, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração. *Raios* heterogêneos, sendo os unisseriados

constituídos por células eretas e quadradas e os multisseriados apresentam na maioria das espécies até quatro faixas de células; 3-16 (7,4-10,4) raios/mm; os raios unisseriados são muito finos (18-28 µm); os multisseriados são muito finos a finos (28-45 µm) com 2 a 3,5 células de largura; quanto a altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,24-0,42 mm) com 4-6,6 células; os multisseriados são extremamente baixos a baixos (0,41-0,67 mm), com 12-23 células; cristais ocasionalmente presentes e granulações de cor alaranjada e avermelhada muito freqüentes em *H. benthamiana* e *H. brasiliensis* respectivamente; grãos de sílica presentes em *H. benthamiana* (Figura 13); *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e delgadas; presença de espessamento espiralado na parede das fibras de alguns espécimes de *H. camargoana;* curtas (1,1-1,4 mm), médias (25-34 µm); parede com 3-7 um de espessura; pontoações simples e abertura em fenda linear e oblíqua; na intersecção com as células do raio e parênquima, são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas com a parede das células mais espessas c achatadas tangencialmente.

Chave dicotômica para separação das espécies de Hevea com base nos caracteres anatômicos quantitativos da madeira.

1.a - Diâmetro médio dos vasos até 109 µm ... 2
1.b - Diâmetro médio dos vasos de 120-164 µm ... 4
2.a - Até 32 poros/mm² (em média 11 poros/mm²) ... *H. camporum*
2.b - Até 15 poros/mm² (em média 2,4-3 poros/mm²) ... 3
3.a - Fibras com espessura das paredes de 2-8 µm (em média 5 µm) ... *H. camargoana*
3.b - Fibras com espessura das paredes de 5-11 µm (em média 7 µm) ... *H. paludosa*
4.a - Raios multisseriados com até 69 células de altura (em média 23 células) ... *H. brasiliensis*
4.b - Raios multisseriados com até 52 células de altura (em média 12-20) ... 5
5.a - Diâmetro médio dos vasos 120-140 µm ... 6
5.b - Diâmetro médio dos vasos 157-164 µm ... 9
6.a - Raios multisseriados com 42-52 células de altura ... 7
6.b - Raios multisseriados com até 36 células de altura ... 8
7.a - Raios unisseriados com largura até 44 µm ... *H. spruceana*
7.b - Raios unisseriados com largura até 28 µm ... *H. nitida*
8.a - Raios multisseriados freqüentemente com 2-3 células de largura ... *H. guianensis*
8.b - Raios multisseriados freqüentemente com 3 células de largura ... *H. microphylla*
9.a - Raios multisseriados com largura média de 42 µm ... *H. benthamiana*
9.b - Raios multisseriados com largura média de 28-29 µm ... *10*
10.a - Raios multisseriados com altura média de 0,62 mm ... *H. rigidifolia*
10.b - Raios multisseriados com altura média de 0,44 mm ... *H. pauciflora*

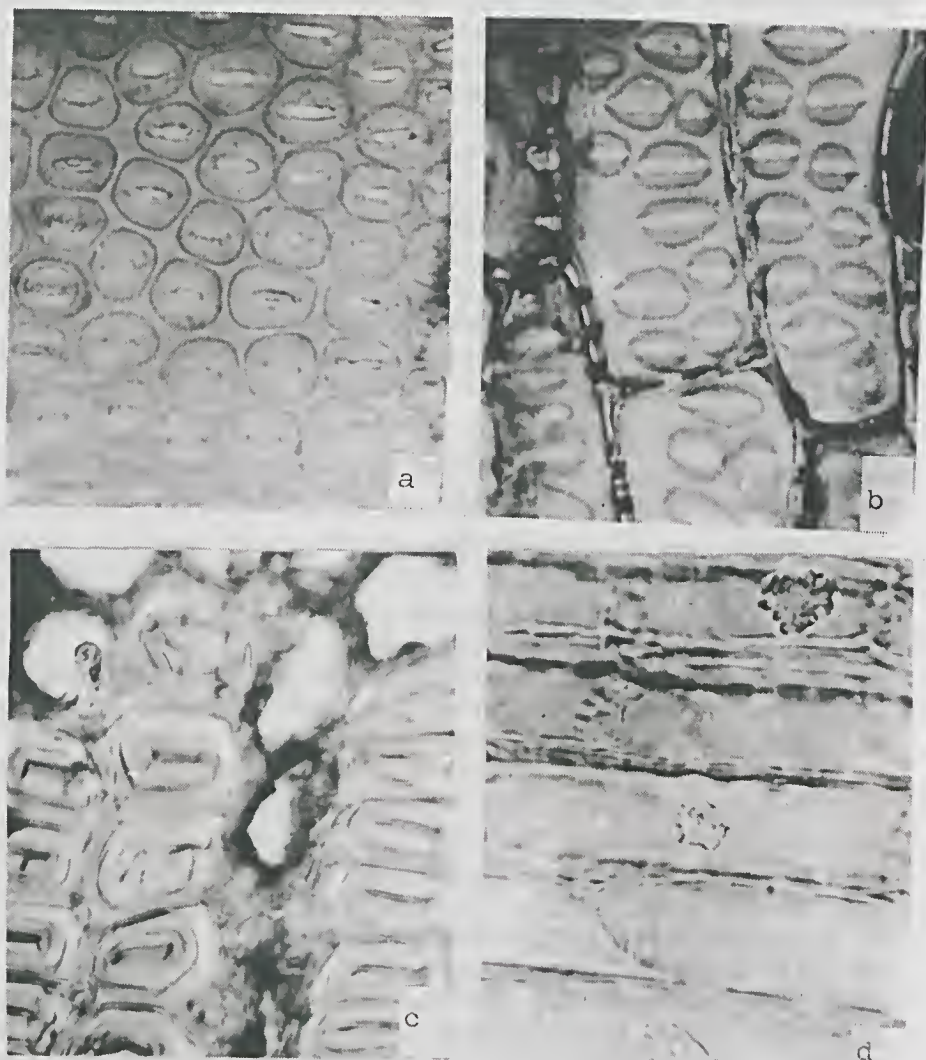



Figura 13 - Detalhe do xilema secundário do gênero *Hevea:* mostrando as pontoações intervasculares (a), parênquimo-vasculares, (b), fibras gelatinosas, (c) e grãos de sílica nos raios (d).

Análise estatística (Teste SNK)

No Teste SNK (Student Newman and Keuls) as espécies estudadas foram consideradas como tratamentos e, para facilitar a sua conclusão, as espécies foram colocadas em ordem alfabética e enumeradas da seguinte maneira:

T_1 - *H. benthamiana*

T_2 - *H. brasiliensis*

T_3 - *H. camargoana*

T_4 - *H. camporum*

T_5 - *H. guianensis*

T_6 - *H. microphylla*

T_7 - *H. nitida*

T_8 - *H. paludosa*

T_9 - *H. pauciflora*

T_{10} - *H. rigidifolia*

T_{11} - *H. spruceana*

Os resultados são demonstrados na Tabela 1 e as espécies ou tratamentos que estão unidos pelas barras horizontais não apresentam diferenças significativas entre si.

Verificou-se que na maioria das espécies estudadas a espessura das paredes dos vasos é um elemento fraco para separá-las. No caso das fibras, as diferenças entre espécies também são pequenas, à exceção de *H. paludosa* com fibras de paredes mais espessas e *H. spruceana* com paredes mais finas.

Tabela 1 - Resultado da análise estatística comparando as médias das espécies estudadas utilizando o Teste SNK (nível de significância 0,05).

Número de poros/mm²

$T_4 \quad T_7 \quad T_{10} \quad T_1 \quad T_5 \quad T_8 \quad T_6 \quad T_2 \quad T_3 \quad T_9 \quad T_{11}$

Diâmetro tangencial dos vasos em µm

$T_9 \quad T_2 \quad T_{10} \quad T_1 \quad T_7 \quad T_5 \quad T_{11} \quad T_6 \quad T_4 \quad T_8 \quad T_3$

Espessura da parede dos vaos (em µm)

$T_1 \quad T_2 \quad T_6 \quad T_9 \quad T_4 \quad T_5 \quad T_7 \quad T_{10} \quad T_{11} \quad T_3 \quad T_8$

Número de raios por mm

$T_{11} \quad T_{10} \quad T_4 \quad T_7 \quad T_5 \quad T_9 \quad T_2 \quad T_6 \quad T_1 \quad T_3 \quad T_8$

Largura dos raios multisseriados em células

$T_2 \quad T_1 \quad T_6 \quad T_7 \quad T_3 \quad T_5 \quad T_8 \quad T_{11} \quad T_8 \quad T_{10} \quad T_4$

Comprimento das fibras em mm

$T_2 \quad T_9 \quad T_1 \quad T_3 \quad T_5 \quad T_7 \quad T_{11} \quad T_8 \quad T_{10} \quad T_6 \quad T_4$

Diâmetro total das fibras (em µm)

$T_{11} \quad T_3 \quad T_6 \quad T_8 \quad T_1 \quad T_9 \quad T_5 \quad T_7 \quad T_{10} \quad T_2 \quad T_4$

Diâmetro do lúmen (em µm) das fibras

$T_{11} \quad T_3 \quad T_1 \quad T_9 \quad T_2 \quad T_6 \quad T_5 \quad T_7 \quad T_{10} \quad T_8 \quad T_4$

Espessura da parede das fibras (em µm)

$T_8 \quad T_3 \quad T_4 \quad T_6 \quad T_{10} \quad T_1 \quad T_2 \quad T_5 \quad T_7 \quad T_9 \quad T_{11}$

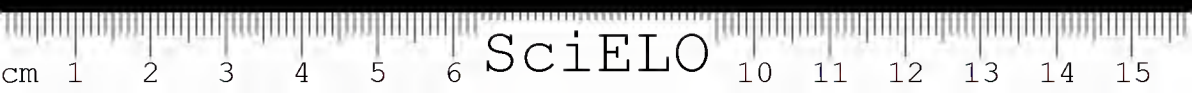



Tabela 2 - Ficha biométrica dos vasos das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

VASOS

Espécies	Nº Poros/mm^2					Ø tangencial					Comp. elem. vascul. (µm)					Espess. da parede (µm)					Ø pont. interv. (µm)					Ø pont. parenq. vascul. (µm)					Ø pont. raio-vascul. (µm)				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
H. benthamiana	13	4,2	0	2,7	64,3	248	157	54	35,9	22,8	1360	820	380	177,2	21,5	12	8	4	2,2	28,6	16	11	8	1,3	11,5	24	14	8	2,3	11,6	21	13	8	2,1	19,8
H. brasiliensis	12	2,4	0	2,2	91,7	290	161	54	34,9	18,6	1500	803	332	178,1	20,5	16	7	4	2,5	36,8	22	12	8	1,8	14,6	30	14	7	3,2	22,7	22	12	7	2,1	17,3
H. camargoana	15	2,4	0	1,8	74,6	200	103	56	29,0	28,3	1100	618	150	138,5	22,4	8	5	2	1,5	29,4	34	12	9	1,0	8,4	18	11	8	1,9	17,5	19	14	8	1,9	14,3
H. camporum	32	11,0	1	4,7	41,8	190	109	28	22,4	21,9	950	640	418	124,9	19,5	8	6	4	1,7	30,3	14	11	8	1,0	9,4	20	12	7	2,0	16,5	26	12	8	2,7	23,0
H. guianensis	21	3,9	0	3,2	66,7	214	133	53	30,8	23,2	1140	753	294	161,5	21,4	8	6	4	1,6	27,6	14	10	8	1,4	13,3	12	10	8	1,4	13,6	15	12	8	1,5	12,8
H. microphylla	8	2,5	0	1,4	56,0	196	120	52	31,9	24,7	1020	631	200	161,3	26,4	10	7	4	1,6	21,9	16	9	8	0,9	8,2	13	10	8	1,1	10,9	14	10	6	1,6	14,8
H. nitida	14	5,0	0	2,9	58,0	270	140	57	29,0	20,7	1200	739	320	166,8	22,6	10	6	4	1,7	25,7	17	12	10	1,5	9,4	18	12	8	2,1	17,1	19	12	8	1,2	10,3
H. paludosa	15	3,0	0	3,0	58,2	161	105	66	22,9	21,8	969	682	313	138,8	20,3	8	5	4	1,5	28,3	13	10	8	1,5	12,5	16	12	9	1,9	20,2	13	9	8	1,5	28,3
H. pauciflora	10	2,3	0	1,9	82,6	250	164	40	30,3	18,5	1470	762	427	198,6	22,5	12	7	4	2,1	30,0	19	14	8	1,8	13,2	13	11	8	1,5	13,6	16	12	8	1,9	16,4
H. rigidifolia	20	4,9	0	3,2	65,3	294	159	81	31,7	20,0	1206	735	150	162,6	22,2	10	6	4	2,0	30,3	18	12	8	1,3	10,9	20	12	8	2,1	16,8	19	12	8	2,5	20,5
H. spruceana	9	2,3	0	1,8	78,3	204	133	44	26,4	19,9	1100	748	377	156,4	20,9	8	6	4	1,6	26,7	15	11	8	1,3	11,4	17	12	8	1,9	16,4	20	13	8	2,2	16,9

Ø = diâmetro
Máx. = valor máximo
Méd. = valor médio
Mín. = valor mínimo
DP = desvio padrão
CV = coeficiente de variação

Tabela 3 - Ficha biométrica do parênquima axial das 11 espécie de *Hevea* estudadas.

Espécies	Altura da série (µm)					Altura da série (células)					Diâmetro das células (µm)				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
H. benthamiana	1530	934	410	161,5	17,3	18	6,8	3	1,8	26,5	61	32	8	6,2	19,5
H. brasiliensis	1500	972	500	164,9	16,9	12	7,3	3	1,5	20,5	48	28	10	5,4	19,5
H. camargoana	1382	892	640	124,6	13,9	11	6,0	3	1,1	18,3	44	37	24	4,7	12,5
H. camporum	1330	1000	461	174,9	17,5	11	5,8	4	1,5	25,8	44	31	22	4,6	14,7
H. guianensis	1274	912	742	160,2	17,6	15	8,8	5	2,1	23,8	34	28	21	3,7	13,3
H. microphylla	1233	866	475	138,2	15,5	11	7,3	4	1,6	21,0	40	32	24	4,4	13,4
H. nitida	1204	932	579	145,6	15,6	13	7,0	4	1,8	25,7	36	26	14	4,0	15,6
H. paludosa	1050	790	480	121,5	15,4	8	5,6	4	1,5	26,8	35	28	22	4,4	15,8
H. pauciflora	1260	888	574	207,2	23,3	7	5,1	3	1,3	25,5	38	28	21	5,9	20,9
H. rigidifolia	1520	968	570	156,8	16,2	13	7,0	4	1,4	20,0	45	28	20	3,7	13,0
H. spruceana	1350	871	450	158,0	17,7	10	7,1	3	1,6	22,5	40	29	18	3,7	12,8

Tabela 4 - Ficha biométrica dos raios das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

VALORES DETERMINADOS

Espécies	Raios/mm					Alt. raios multiss. (mm)					Alt. raios mul. células					Alt. raios uniss. (mm)					Alt. raios uniss (células)					Larg. raios multiss (µm)					Larg. raios multiss (células)					Larg. raios uniss (µm)				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
H. benthamiana	12	8	3	1,3	16,2	1,0	0,55	0,2	0,18	32,4	40	18,5	7	6,2	33,5	0,7	0,33	0,1	0,10	30.0	14	6,6	2	2,1	31,8	76	42	18	7,3	17,4	4	3,0	2	0,5	16,7	46	28	8	5,7	20,4
H. brasiliensis	15	9	6	1,2	13,3	1,7	0,67	0,2	0,22	32,0	69	23,2	6	6,6	28,9	0,9	0,42	0,1	0,10	23,8	13	5,0	1	2,0	40,0	73	45	22	7,2	24,5	6	3,5	2	0,5	14,3	40	24	15	4,2	17,5
H. camargoana	16	8	5	1,6	20,1	1,4	0,54	0,2	0,20	35,2	34	13,4	4	5,1	38,0	1,1	0,40	0,2	0,10	31,7	14	6,0	2	2,1	35,3	60	38	20	7,7	20,3	4	2,6	2	1,9	23,5	44	25	8	5,4	21,1
H. camporum	15	10,2	5	1,8	18,0	0,9	0,41	0,2	0,14	32,4	29	13,0	4	4,1	31,5	0,7	0,39	0,1	0,09	22,6	20	5,2	2	2,1	36,2	53	29	20	4,5	15,4	4	2,1	2	0,3	15,0	32	21	14	4,0	18,6
H. guianensis	13	9,5	6	1,4	14,7	1,3	0,48	0,2	0,10	26,2	36	19,3	7	4,9	28,8	0,8	0,30	0,1	0,10	38,9	14	5,0	2	1,8	35,3	46	32	17	5,3	16,7	3	2,6	2	0,5	19,2	33	20	14	3,2	16,2
H. microphylla	12	8,7	5	1,2	14,6	0,9	0,48	0,2	0,10	20,0	30	17,0	7	4,8	27,9	0,8	0,26	0,1	0,10	33,3	15	6,0	2	1,9	29,2	52	33	20	5,8	16,4	4	2,8	2	0,5	35,7	36	20	16	5,4	24,3
H. nitida	13	9,7	6	1,3	13,4	1,4	0,63	0,2	0,10	15,9	52	20,0	5	6,9	34,3	0,7	0,29	0,08	0,08	30,2	15	6,0	2	1,9	32,2	48	33	21	5,9	17,7	5	2,8	2	0,6	21,4	28	19	12	2,9	14,8
H. paludosa	12	7,4	4	1,4	16,1	0,8	0,54	0,3	0,11	19,8	18	12,3	6	3,1	25,4	0,4	0,31	0,06	0,07	23,9	6	4,0	2	1,1	26,8	72	40	24	10,4	26,3	3	2,4	2	0,5	20,8	34	25	17	4,3	16,9
H. pauciflora	13	9,4	6	1,4	14,9	1,1	0,44	0,2	0,18	41,0	50	19,2	7	5,4	28,4	0,6	0,24	0,07	0,08	33,5	11	4,8	2	1,6	33,3	42	28	13	5,2	18,8	4	2,6	2	0,4	15,4	25	18	11	3,0	12,8
H. rigidifolia	15	10,3	4	1,5	14,7	1,5	0,62	0,2	0,20	32,1	49	19,6	7	6,2	31,6	0,7	0,36	0,07	0,10	27,8	12	6,0	2	1,8	30,5	49	29	15	5,2	17,7	3	2,4	2	0,4	16,7	32	20	12	3,2	15,7
H. spruceana	14	10,4	7	1,3	25,2	1,5	0,62	0,2	0.21	33,0	42	18,9	6	6,1	32,4	0,7	0,37	0,1	0,10	25,3	20	6,5	2	2,1	32,3	52	34	19	5,1	15,1	4	2,6	2	0,4	15,4	44	26	17	4,4	13,0

Tabela 5 - Ficha biométrica das fibras das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

	VALORES DETERMINADOS																			
	Comprimento (mm)					Diâmetro tangencial (µm)					Diâmetro do lúmen (µm)					Espessura da parede (µm)				
Espécies	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín	DP	CV
H. benthamiana	1,9	1,32	0,8	0,2	15,1	42	28	15	5,1	17,8	36	21	8	4,7	22,5	7	4	1	0,6	15,4
H. brasiliensis	1,9	1,41	0,8	0,2	14,3	48	25	14	5,8	22,8	39	19	8	4,7	24,9	11	4	1	0,8	18.6
H. camargoana	2,1	1,29	0,8	0,1	10,8	48	33	20	5,2	15,5	36	23	8	3,9	17,1	8	5	2	1,4	25,9
H. camporum	1,6	1,10	0,5	0,2	16,2	37	24	11	4,2	17,6	25	14	4,6	3,5	24,1	9	5	1	2,4	51,1
H. guianensis	1,8	1,28	0.8	0,2	16,7	40	27	13,9	5,2	19,4	29	18	6	4,6	25,8	7	4	2	1,4	31,8
H. microphylla	1,6	1,27	0,6	0.2	16,7	40	31	20	4,7	29,2	28	19	11	2,5	12,5	7	5	2	0,9	18,4
H. nitida	1,9	1,27	0,6	0.4	31,5	39	26	16	3,9	15,1	29	18	9	3,7	20.4	6	4	2	0,8	21,0
H. paludosa	1,8	1,22	0,8	0,2	16.4	39	30	17	5,1	17,2	22	15	8	4,1	27,3	11	7	5	1,5	20.5
H. pauciflora	1,9	1.38	0,8	0,4	28,1	39	28	20	4,2	15,0	29	20	12	4,0	20,5	7	4	2	1,0	25,0
H. rigidifolia	1,8	1,20	0.5	0,2	16,7	40	26	11	3,8	14,4	26	16	8	3.5	42,9	12	5	3	1,0	20,4
H. spruceana	1,9	1.24	0.8	0,2	16,1	57	34	17	7,8	22,9	54	27	12	6.0	21.9	7	3	2	0,9	25,7

DISCUSSÃO

A família Euphorbiaceae possui 250 gêneros e mais de 500 espécies de árvores e arbustos. A madeira desta família apresenta uma grande variação na estrutura e em suas propriedades. Em geral os poros não são muito numerosos e freqüentemente tendem a formar linhas radiais. O parênquima é pouco desenvolvido, muito fino, irregular, apresentando comumente linhas concêntricas ou espaçadas tangencialmente. Os raios são muito finos, inconspícuos e não estratificados (Record & Mell 1924).

Record (1938), estudando a estrutura do xilema secundário dos gêneros de Euphorbiaceae, concluiu que estes gêneros apresentam poros muito grandes, com perfuração exclusivamente simples, pontoações distintamente areoladas e grandes. As características mencionadas pelo referido autor, concordam em parte com as encontradas nas espécies estudadas, pois a maioria apresenta poros médios, segundo a classificação da norma COPANT (1973), porém é importante salientar que Record (1938) estudou apenas *H. brasiliensis* e *H. nitida*. Loureiro & Silva (1968) descreveram macroscopicamente à madeira de *H. guianensis* e constataram que esta espécie apresenta até 3 poros/mm² e diâmetro dos poros compreendido entre 100-300 µm. Os dados neste trabalho para esta espécie (Tabela 2) diferem principalmente quanto ao diâmetro tangencial médio (133 µm), por se tratar de medições microscópicas.

A distribuição dos vasos mostra que na seção transversal, podem apresentar-se solitários ou agregados de distintos tamanhos ou formas. Os vasos solitários são de contorno oval ou circular e os múltiplos achatados nas zonas de mútuo contato (Esau 1959). Estas características são muito freqüentes na madeira das espécies de *Hevea* em que os vasos são solitários, múltiplos radiais e, ocasionalmente, racemiformes.

Os tilos são muito freqüentes nos vasos de *Hevea*, ocorrendo no cerne e às vezes no alburno. A presença desses tilos é muito importante, pois, segundo Eames & Macdaniels (1953), reduzem o ataque de fungos e a entrada de água e oxigênio, sendo mais freqüente no cerne, porém podem ser encontrados também no alburno.

Metcalfe & Chalk (1950) constataram que *H. brasiliensis* e *H. spruceana* apresentam parênquima muito distinto, tipicamente apotraqueal em faixas contínuas uni e bisseriadas, freqüentemente contendo cristais em câmara com oito células e algumas vezes com quatro. Record (1944) estudou *H. brasiliensis* e *H. nitida* constatando a presença de parênquima abundante, reticulado e irregular. O parênquima observado em *Hevea* e muito especialmente, nas espécies *H. brasiliensis, H. nitida* e *H. spruceana* concorda parcialmente com os dados da literatura, uma vez que em *Hevea,* além do parênquima apotraqueal em linhas finas, possui parênquima paratraqueal aliforme de extensão linear. A altura da série e a largura das células do parênquima axial de *Hevea* pouco contribuem para separação das espécies, embora *H. guianensis* apresenta séries em maior

número de células e *H. paludosa* e *H. pauciflora* em menor número (Tabela 3). A presença de cristais em câmara foi observada no parênquima das espécies de *Hevea*, porém não é uma característica positiva para separação das espécies, considerando que nem todas as amostras (árvores) de uma determinada espécie apresentam cristais com regularidade.

Milanez (1932), estudando a ação modificadora do cálcio sobre as estruturas celulares, observou que os elementos do lenho secundário que mais comumente encerram cristais pertencem ao parênquima. O autor também verificou cristais nas células dos raios, embora com menos freqüência. Na estrutura do xilema secundário de *Hevea* é mais freqüente a presença de cristais no parênquima do que nos raios.

Os raios de *H. brasiliensis* e *H. spruceana*, descritos por Metcalfe & Chalk (1950), apresentam quase as mesmas características relatadas neste trabalho, ressaltando apenas que os raios de *Hevea* são finos. Record (1938), estudando *H. brasiliensis*, constatou que esta espécie apresenta raios com até seis células de largura e até 30 células de altura. A espécie estudada (Tabela 4) apresenta raios com até seis células de largura (em média 3,5 células) e até 69 células de altura (em média 23 células). Em geral os raios de *Hevea* são heterogêneos o que concorda com as descrições anatômicas de Metcalfe & Chalk (1950), Record (1944) e Hess (1948). Os raios das espécies de *Hevea* estudadas são em sua maioria heterogêneos tipo II, segundo a antiga classificação de Kribs (1959), hoje não mais usada, conforme IAWA (1989) isto é, raios unisseriados compostos de células eretas e quadradas ou somente de células eretas. Os raios multisseriados apresentam as extremidades mais curtas que a parte multisseriada (seção tangencial) e constituídos de células eretas e quadradas (seção radial). Nas espécies *H. camargoana*, *H. camporum* e *H. paludosa* não há predominância das células horizontais sobre as quadradas ou eretas, portanto, estas espécies se aproximam da classificação de raios tipo I de Kribs (1959).

É importante salientar que muitas espécies de *Hevea* apresentam raios mistos, ou seja, camadas de células procumbentes (horizontais) intercaladas por faixas de células eretas e quadradas ou somente de células eretas.

De acordo com Core et al. (1979), no crescimento normal, algumas árvores depositam nas células compostos orgânicos como sílica, que freqüentemente se encontram na forma de areia. Segundo Espinosa de Pernia & Peres Mogollon (1985), a sílica comumente ocorre nas células radiais e às vezes no parênquima axial e fibras, sendo que as formas mais comuns são ovóides, globular, oblonga irregular e em agregados.

Segundo ter Welle (1976), o gênero *Hevea* não possui sílica na estrutura do xilema secundário. Entretanto, em uma das amostras de *H. benthamiana*

observou-se grânulos arredondados de sílica nos raios, vistos na seção radial (Figura 13).

Segundo as normas COPANT (1973), todas as espécies apresentam, em média, fibras curtas e delgadas, à exceção de *H. mycrophylla* que são muito curtas e em *H. spruceana* muito delgadas. É muito freqüente a presença de fibras gelatinosas no gênero *Hevea*, concordando com a descrição de Metcalfe & Chalk (1950) para o grupo Crotonoidae, no qual está incluído o gênero *Hevea*. As fibras gelatinosas podem ser reconhecidas na seção transversal pelo fato da camada interna da parede ser altamente refratária, tendo uma aparência de gelatina ou mucilagem. Estas fibras têm sido encontradas em muitos gêneros de folhosas tornando-se um elemento importante na separação de famílias. Outras pesquisas revelam que as fibras gelatinosas tendem a ocorrer num lado do caule e estudos posteriores mostram que essa característica do tecido é, em geral, conhecida como lenho de tensão (Rendle 1937).

Segundo Reinders (1955), os fibrotraqueóides apresentam um comprimento moderadamente alongado e comumente possuerm paredes espessas e pontoações areoladas um tanto grandes. Estas pontoações são muito numerosas no plano longitudinal tangencial, enquanto nas fibras libriformes são pequenas, simples e muito freqüentes no plano longitudinal radial. As fibras de *Hevea* apresentam pontoações simples e são mais freqüentes no plano longitudinal radial.

Em algumas amostras de *H. camargoana* foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras. Vale ressaltar que esta característica não foi citada na bibliografia consultada.

Observa-se na Tabela 5 que os valores obtidos inerentes ao comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras, são parâmetros pouco indicados para separação das espécies de *Hevea* estudadas.

Dentro de uma árvore há uma variação horizontal na estrutura da madeira, da medula à casca e uma variação vertical da base ao topo (Tsoumis 1968). A variabilidade também pode existir de árvore para árvore da mesma espécie, de local para local, ou mesmo no interior da própria árvore, sendo que as influências que afetam essas mudanças são clima, solo, umidade, espaçamento, idade e, sem dúvida, fatores genéticos (Jane 1970 e Panshin 1970). O número de vasos existentes em determinada área possui um interesse relativo e é um caráter muito variável entre as diferentes espécies, podendo essa variação também ser notada entre indivíduos botanicamente idênticos. Apesar dessas variações, a sua feqüência média é um índice que não deve ser desprezado por estar relacionado com algumas propriedades físicas (Pereira 1933).

A variação intraespecífica que ocorre nas espécies de *Hevea*, é mais freqüente nos vasos, especialmente quanto à disposição, número por mm² e diâmetro tangencial. A variação que se verifica no parênquima axial é pouco evidenciada. Entretanto, a largura dos raios (multisseriados e unisseriados) apresenta pequenas variações nas espécies estudadas.

Essas variações em *Hevea* estão de acordo com Metcalfe & Chalk (1950) no que concerne ao número de poros/mm², diâmetro tangencial, comprimento dos elementos vasculares e quantidade de parênquima que, segundo esses autores, são características que podem ser influenciadas pelo meio ambiente, sendo então pouco importantes para os propósitos taxonômicos.

Sob o aspecto macroscópico torna-se muito difícil a identificação das espécies de *Hevea* com base no diâmetro dos poros, número de poros/mm² e sua disposição, isto é, maior ou menor percentagem de poros solitários ou múltiplos. Há algumas exceções como os casos de *H. camargoana, H. camporum* e *H. paludosa*, que possuem o diâmetro muito pequeno tornando-se muito difícil seu reconhecimento a olho nu, porém, sob lente verifica-se que *H. camporum* apresenta maior número de poros por mm² em relação *H. camargoana* e *H. paludosa*.

Solereder (1908) constatou a presença de placas de perfuração escalariformes nos vasos de alguns gêneros da família Euphorbiaceae, incluindo *Hevea*.

Metcalfe & Chalk (1950) citam a ocorrência de espessamento espiralado nos vasos de alguns gêneros da referida família, como *Alchornea, Cleidion, Elateriosperum, Mallotus, Pogonophora* e *Trewia*. No caso de *Hevea* foi constatada a presença de estriações semelhantes e espessamento espiralado, pouco evidente nos vasos de *H. benthamiana*. É importante esclarecer que, dentre as cinco amostras examinadas, essas características foram observadas nas amostras nºs 1621, 1836 e 1838, ocorrendo próximo às placas de perfuração.

CONCLUSÕES

Com base nas características anatômicas macroscópicas e microscópicas da madeira, concluiu-se o seguinte:

- o gênero *Hevea*, quanto à estrutura macroscópica da madeira, é muito uniforme, tornando-se muito difícil a identificação das espécies sob esse aspecto.
- As características anatômicas microscópicas da madeira são mais indicadas para identificação das espécies de *Hevea*, principalmente os raios.

- Sob o ponto de vista qualitativo, poucas espécies como *H. brasiliensis* e *H. camporum* são facilmente reconhecidas pelos raios, uma vez que a primeira espécie apresenta raios com 1-6 células de largura e a segunda, por apresentar raios predominantemente uni e bisseriados.
- Foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras de *H. camargoana* de alguns espécimes.
- A espécie *H. benthamiana* apresentou algumas placas de perfuração do tipo escalariforme e grânulos de sílica nas células dos raios, porém estas características anatômicas ocorreram apenas em uma das amostras examinadas.
- Em cerca de 50% das espécies de *Hevea* estudadas ocorrem cristais rombóidais em câmara ou isolados no parênquima e, ocasionalmente, nos raios.
- A presença de fibras gelatinosas é uma característica muito freqüente no xilema secundário (madeira) das espécies de *Hevea*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORE, H.A.; COTE, W.A. & DAY, A.C. 1979. *Structure and identification.* Syracuse, University Press, 182p. (Syracuse wood science Series, 6).

DESCRIPCION de caracteristicas generales macroscopica e microscopicas de las maderas Angiospermas Dicotiledoneas. 1937. COPANT, 19p. mimeografado.

DUCKE, A. & BLACK, G.A. 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. *Bol. Téc. Inst. Agron. Norte.* Belém, (29): 1-62.

EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1953. *An introduction to plant anatomy Combay,* McGraw-Hill, 427p.

ESAU, K. 1959. *Anatomia vegetal.* Barcelona, Omega, 729.

ESPINOZA DE PERNIA, N. & PERES MOGOLLON, A. 1985. *Cristales y silice en maderas dicotiledoneas de latinoamerica.* Merida, Universidad de los Andes, Faculdad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios de Postgrado, 50p.

HESS, R.W. 1948. Parênquima in numerous concentric bands. *Trop. Woods,* (94): 29-52.

HEYWOOD, V.H. 1970. *Taxonomia vegetal.* São Paulo, USP, 108p. (USP. Estudos de Biologia, 5)

IAWA Committee. Iawa list of microscopic features for hardwood identification. *Iawa Bull. n.s.* 10: 219-232.

JANE, F.W. 1970. *The structure of wood.* London, Adms et Charles Black, 478p.

KRIBS, D.A. 1959. *Comercial foreign woods on the american market.* Pennsylvania State University.

LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. 1968. *Catálogo das madeiras da Amazônia.* Belém, SUDAM, 2v.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons.* Oxford, Clarendon Press, 2v.

MILANEZ, F.R. 1932. Ação modificadora do oxalato de cálcio sobre as estruturas celulares. *Rev. Florest.*, Rio de Janeiro, 2(3): 51-11.

PANSCHIN, A.J. 1970. *Textbook of wood technology.* 3. ed. New York, McGraw Hill, 2v.

PEREIRA, J.A. 1933. *Contribuição para a identificação micrográfica de nossas madeiras.* São Paulo, Escola Politécnica de São Paulo, 165p. (Escola Politécnica de São Paulo, 9).

PIRES, J.M. 1973. Revisão do gênero Hevea, descrição das espécies e distribuição geográfica. In: PROJETO: *Botânica, Subprojeto: Revisão do gênero Hevea;* Convênio SUDHEVEA/DNPEA-IPEAN. Relatório anual julho 1972/julho 1973. Belém, IPEAN, p.6-77.

RECORD, S.J. 1938. The American woods of the family euphobiaceae. *Trop. Woods*, (54): 7-40.

RECORD, S.J. 1944. Dicotyledons woods with parenchyma reticulate. *Trop. Woods, (77): 27-36.*

RECORD, S.J. & MELL, C.D. 1924. Timbers of tropical América. New Hawen, Yale University, 610p.

REINDERS, E. 1955. Fiber-tracheids, libriform wood fibers, and systematics in wood anatomy *Trop. Woods*, (44): 30-5.

RENDLE, B.J. 1937. Gelatinous wood fibers. *Trop. Woods*, (52): 11-9.

RICHTER, H.G. & GOMES, A.V. *Programa de curso de microtécnica*, s.n.t. mimeografado.

SHIMOYA. C. 1966. *Noções de técnica citológica.* Viçosa, UREMG, 69p.

SOLEREDER, H. 1908. *Systematic anatomy of the dicotyledons; a handbook for laboratories of pure and applied botany.* Oxford, Clarendon, 2v.

TITMUSS, F.H.A. 1948. *Concise encyclopedia of world timbers.* London, Technical Press, 156p.

TSOUMIS, F. 1968. *Wood as raw material.* Oxford, Pergamon Press, 276p.

WELLE, B.J.H. Ter. 1976. Sílica grains in woody plants on the neotropics, especially surinam. *Leiden Bot. Ser.* (3): 107-42.

Recebido em 21.05.90
Aprovado em 27.03.91

CDD: 584.90981152

A FLORA "RUPESTRE" DA SERRA DOS CARAJÁS (GRAMINEAE). I - ESTUDO TAXONÔMICO DAS ESPÉCIES DOS GÊNEROS MESOSETUM STEUD. E THRASYA H.B.K.

Maria de Nazaré do Carmo Bastos[1]

RESUMO - Estudo taxonômico de espécies dos gêneros Mesosetum *Steud. e* Thrasya *H.B.K. (Gramineae) da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil; com descrições, ilustrações e discussões. As espécies estudadas são:* Mesosetum cayennense *Steud.,* Thrasya longiligulata *Bastos & Burman,* T. parvula *A.G. Burman e* T. petrosa *(Trin.) Chase, ocorrentes na vegetação de canga (plantas que crescem diretamente sobre afloramento férrico, com escassa camada de humus) da Serra Norte.*

PALAVRAS-CHAVE: Taxonomia vegetal, *Mesosetum, Thrasya, Serra dos Carajás, vegetação de canga.*

ABSTRACT - This study is about the taxonomy of species of the genus Mesosetum *Steud. and* Thrasya *H.B.K. (Gramineae), found in the Serra dos Carajás, State of Pará, Brazil. It includes descriptions, figures, and discussion. The species studied are* Mesosetum cayennense *Steud.,* Thrasya longiligulata *Bastos & Burman,* T. parvula *A.G. Burman and* T. petrosa *(Trin.) Chase., which occur in the "canga" vegetation (Where plants grow directly on outcrops of iron ore with a thin layer of humus) of the Serra Norte.*

KEY WORDS: Plant taxonomy, *Mesosetum, Thrasya,* Serra dos Carajás, "canga" vegetation.

[1] SCT-PR/CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, Depto. de Botânica. CP 399, CEP 66.040, Belém-PA.

INTRODUÇÃO

A Serra dos Carajás, localizada no Município de Marabá, Estado do Pará, é uma formação que compreende uma série de serras separadas por extensos vales, tendo duas elevações consideradas como principais, a Serra Norte e a Serra Sul. A Serra Norte constitui-se de vários morros de minério de ferro divididos em oito núcleos (N_1, N_2,... N_8), com altitude de 600 a 800 m, a 6°S e 50°W, onde atualmente se desenvolve o Projeto Ferro-Carajás, com exploração econômica de minério de ferro.

O platô destas serras possue uma vegetação que, apesar de sua peculiaridade, com espécies brotando diretamente sobre o afloramento férrico, até o momento não foi estudada sob o ponto de vista taxonômico, o que representa uma lacuna no conhecimento destas plantas. Os estudos realizados nesta área detiveram-se a levantamentos florísticos quantitativos e qualitativos, com o intuito de registrar a flora, uma vez que a mesma se encontra sob influência da exploração mineral e, por conseguinte, sujeita a perturbações, resultando em destruição parcial ou total desta vegetação.

Este tipo de vegetação ainda não tem uma classificação definida, sendo denominada ora de "vegetação de canga" ora de "campo rupestre".

Secco & Mesquita (1983) abordaram aspectos gerais da vegetação que ocorre sobre o afloramento férrico e discutiram sua classificação fisionômica e florística, preferindo utilizar o termo "vegetação de canga" para denominá-la.

Silva (1987) refere-se a este tipo de vegetação como "campo rupestre" e "vegetação metalófita", definindo-a como um tipo especial que cresce sobre afloramento rochoso. O autor atenta para a importância desta vegetação sob o ponto de vista ecológico, por ser um ecossistema com fronteiras geográficas distintas, limitado a área de minas de ferro e com um número reduzido de espécies se comparado à mata tropical, possuindo espécies com patrimônio genético valioso, produto de uma seleção natural muito rigorosa.

Para o estudo da flora "rupestre" de Carajás, optamos em usar o termo "campo rupestre", para a vegetação da canga.

Devido à importância desta vegetação pela presença de espécies endêmicas como *Ipomoea cavalcantei* D. Austin, de espécies com propriedades medicinais como *Pilocarpus macrophyllus* Staph. ("jaborandi"), de espécies novas para a ciência, aliado ao fato de recobrir áreas sob influência de exploração mineral, surgiu a necessidade de um estudo taxonômico para um melhor conhecimento das espécies que aí ocorrem e deste modo auxiliar a identificação de material botânico proveniente de estudos florísticos e fitossociológicos.

Este estudo poderá ser desenvolvido por taxonomistas de todo o Brasil, através do Projeto "A flora rupestre de Carajás" idealizado por botânicos do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Num estudo preliminar verificou-se que a tribo Paniceae é a mais bem representada no local. Segundo Pohl (1980), constatou-se 7 gêneros, *Axonopus, Ichnanthus, Mesosetum, Panicum, Paspalum, Setaria* e *Thrasya* totalizando 23 espécies.

Apesar de *Panicum* e *Paspalum* possuírem o maior número de espécies, o primeiro gênero tratado foi *Thrasya,* por ter-se descrito recentemente uma nova espécie e por conseguinte trabalhado com o material disponível e a ele acrescentou-se *Mesosetum* por ser afim a *Thrasya* e possuir apenas uma espécie ocorrente no local.

Como parte deste projeto apresentamos o estudo taxonômico dos gêneros *Mesosetum* Steud. e *Thrasya H.B.K.,* representados naquela área pelas espécies: *Mesosetum cayennense* Steud., *Thrasya longiligulata* Bastos & Burman, *Thrasya parvula* A.G. Burman e *Thrasya petrosa* (Trin.) Chase.

O material examinado refere-se apenas às coletas feitas na Serra dos Carajás, porém foram examinados exemplares destas espécies depositados no Herbário MG.

TRATAMENTO TAXONÔMICO

Mesosetum cayennense Steud., Syn. Gram. 118. 1854 (Figura 1)

Erva perene, ereta de 30 - 120 cm de altura, *colmo* glabro não ramificado, ou ramificado nos nós inferiores; *nós* glabros; *bainha* papilo-híspida a glabra, margens ciliadas; *lígula* ciliada: *lâmina* foliar de 5 - 20 cm de comprimento, 3,0 - 5,0 mm de largura, pêlos papilo-híspido em ambas as faces, sendo que a face dorsal algumas vezes se apresenta glabra. *Racemos* solitários, de 5 - 15 cm de comprimento. *Espiqueta* de 4,0 - 5,0 mm de comprimento bisseriada; *primeira gluma* de 2,5 - 3,0 mm de comprimento, ápice retuso, tufo de pêlos híspido-ferrugíneos próximo à margem do terço superior e na base; *segunda gluma* de 4,0 - 5,0 mm de comprimento, ápice irregularmente denteado, tufo de pêlos híspido-ferrugíneos na base e dois tufos laterais no terço superior com alguns pêlos maiores que os demais; *lema estéril* de 3,0 - 4,0 mm de comprimento, com dois tufos de pêlos próximo às margens do terço superior, sendo alguns pêlos mais compridos, pálea estéril ausente; *antécio* de 2,5 - 3,0 mm de comprimento; *lema fértil* com ápice ciliado; *pálea fértil* glabra. *Cariopse* de 2,0 - 3,0 mm de comprimento.

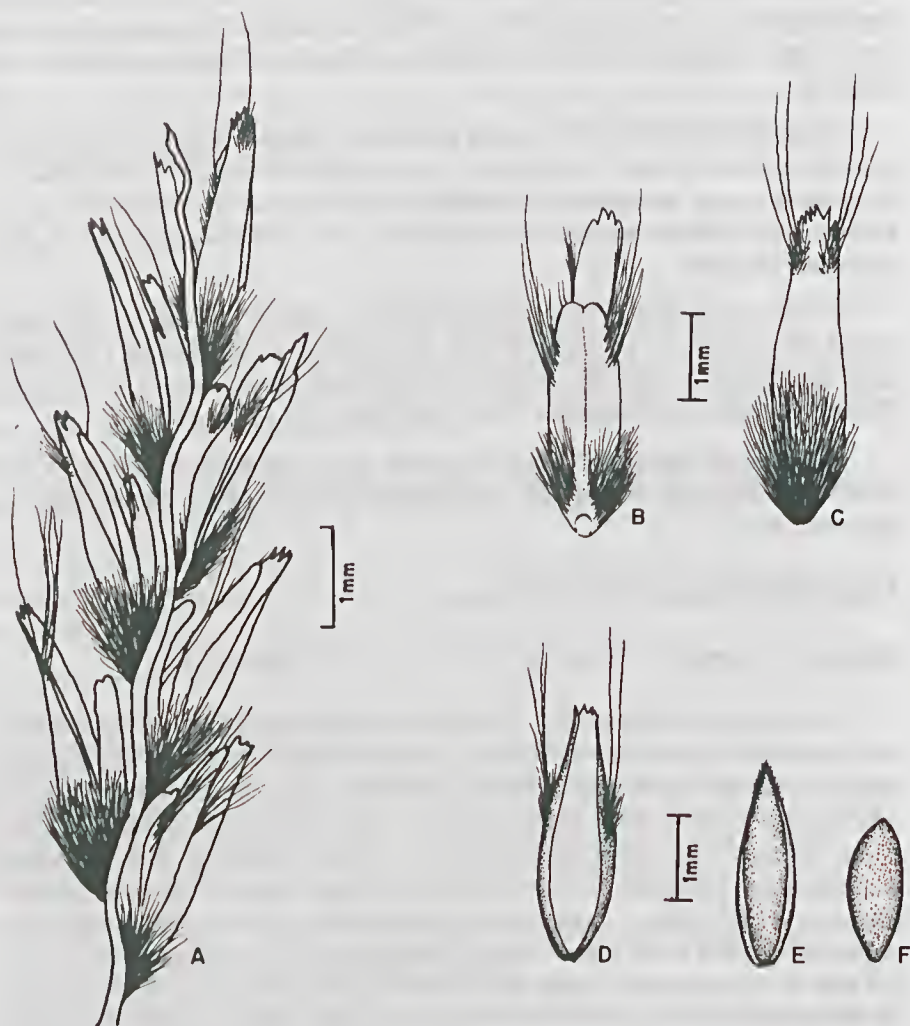



Figura 1: *Mesosetum cayennense* A) Parte do racemo; B) Face abaxial da espigueta, mostrando a primeira gluma; C) Face adaxial da espigueta, mostrando a segunda gluma; D) Lema estéril, face abaxial; E) Antécio; F) Semente.

Distribuição Geográfica: Guiana Francesa, Suriname, Bolívia e Norte do Brasil.

A espécie caracteriza-se por possuir primeira gluma com ápice retuso e segunda gluma com ápice irregularmente denteado, com um tufo de pêlos híspido-ferrugíneos na base e dois tufos próximo às margens, no terço superior.

É considerada forrageira nativa muito apreciada pelo gado, principalmente após a passagem do fogo (Filgueiras 1989).

MATERIAL EXAMINADO

Pará-Marabá, Serra dos Carajás, Serra Norte, N1, *P. Cavalcante* et *M. Silva* 2619, 18.IV.1970 (MG); ibidem, *P. Cavalcante* 2171, 25.V.1969 (MG); ibidem, *N. A. Rosa* et *M.F.F. da Silva* 4685, 19.IV.1985, (MG); ibidem, N4, *A.S.L. da Silva* et al. 1886, 19.III.1984 (MG); ibidem, N5, *C.R. Sperling* et al., 5612, 13.V.1982 (MG).

Thrasya Humboldt, Bonpland & Kunth

Planta herbácea, com lâmina estreita. *Inflorescência*, espiga unilateral, normalmente solitária; *ráquis* alado envolvendo parcialmente as espiguetas. *Espiguetas* em pares, numa única fileira, a inferior curto-pedicelada com o lema fértil voltado para fora do ráquis, a superior longo-pedicelada com o lema fértil voltado para fora do ráquis, o pedicelo encontra-se fundido ao septo do ráquis quase na totalidade de seu comprimento, de maneira que as espiguetas parecem ser curto-pediceladas; *primeira gluma* em geral pequena ou ausente; *segunda gluma* menor ou do mesmo tamanho do lema estéril; *lema estéril* ligeiramente a profundamente sulcado, com tendência a partir-se ao longo da nervura média; *pálea estéril* contendo uma flor estaminada, as vezes vazia ou mesmo ausente; *lema fértil* cartilaginoso uma pálea de mesma textura e comprimento.

Chave para espécies de *Thrasya* H.B.K. dos campos "rupestre" da Serra dos Carajás

1. Ráquis de 10 - 30 cm de comprimento, espigueta de 4,0 - 6,0 mm de comprimento, com calo bem distinto; segunda gluma e lema estéril distintamente pilosos; lema estéril acuminado, profundamente sulcado, maior que o antécio .... *T. petrosa* (Trin) Chase

1´. Ráquis de 2 - 4 cm de comprimento; espigueta de 1,3 - 2,5 mm de comprimento; sem calo distinto; segunda gluma e lema estéril glabros.

2. Primeira gluma com ca. de 0,2 mm de comprimento; segunda gluma tão longa quanto a primeira; lema estéril membranáceo, 3 - nervado, com a nervura média em geral suprimida; pálea estéril ausente, antécio densamente papiloso . . . . *T. parvula* A. G. Burman

2´. Primeira gluma com ca. de 0,1 mm de comprimento; segunda gluma tão longa quanto o lema estéril, ápice emarginado ou bífido; lema estéril mais rígido que a segunda gluma, profundamente sulcado; pálea estéril bem desenvolvida; antécio papilo-estriado . . . . *T. longiligulata* Bastos & Burman

Thrasya longiligulata Bastos & Burman, Bol. Mus. Para. Emílio Ser. Bot., 4(2): 235, 1988

(Figura 3 A - D)

Planta possivelmente anual, ca. de 60 cm de altura; *bainha* pubescente com alguns pêlos longos próximo à base da folha; *lígula* membranácea, de 1,5 - 2,0 mm de comprimento; *lâmina foliar* pubescente, com pêlos longos nas margens e próximo à base na face abaxial. *Espiga* terminal, solitária, arqueada, de 2,4 - 6,0 cm de comprimento; ráquis alado de ca. de 2,00 mm de largura, margens ciliadas. *Espigueta* de 2,0 - 2,5 mm de comprimento, elíptica, aguda; *primeira gluma* com ca. de 0,1 mm de comprimento, membranácea; *segunda gluma* ligeiramente menor que o lema estéril, caratácea, ápice emarginado ou bífido; *lema estéril* profundamente sulcado, partindo-se facilmente ao longo da nervura média; *pálea estéril* bem desenvolvida; *lema fértil* em geral papilo-estriado; *pálea fértil* com margens hialinas. *Cariopse* elíptica.

Distribuição Geográfica: Brasil, Pará.

A espécie caracteriza-se por possuir primeira gluma com ápice emarginado ou bífido, lema estéril mais rígido que a segunda gluma, profundamente sulcado, antécio papilo-estriado.

MATERIAL EXAMINADO

Pará-Marabá, Serra dos Carajás, Mina Norte 1, N1, *N.A. Rosa* et *M. F. F. da Silva* 4961, 19.IV.1985 (MG) (holotipo); ibidem, *M.N.C. Bastos* et *N.A. Rosa* 469, 19.V.1987 (MG).

Thrasya parvula A.G. Burman, Brittonia 32(2): 217-218, 1980

(Figura 2)

Figura 2: *Thrasya parvula:* A) parte vegetativa; B) parte do racemo; C) espigueta mostrando a segunda gluma; D) espigueta mostrando a primeira gluma e o lema estéril membranáceo, com margens escuras.

Figura 3: *Thrasya longiligulata:* A) Parte vegetativa; B) espigueta mostrando o ápice bífido da segunda gluma; C) espigueta mostrando a primeira gluma e o lema estéril profundamente sulcado; D) parte da espiga. *T. petrosa:* E) parte do racemo; F) espigueta mostrando a segunda gluma pequena como a primeira; G) espigueta mostrando a primeira gluma e o lema estéril partido no dorso; H) antécio ciliado no ápice.

Planta provavelmente perene, ca. de 55 cm de altura, *bainha* glabra ou puberulenta, com pêlos longos, papilo-híspidos, isolados, principalmente próximo à base da folha; *lígula* membranácea, com ca. de 2,0 mm de comprimento; *lâmina foliar* densamente pubescente em ambas as faces. *Espiga* solitária, arqueada, de 2,0 - 4,0 cm de comprimento; *ráquis* alado com ca. de 2,0 mm de largura envolvendo a base da espigueta, margens levemente escabrosas. *Espiqueta* de 1,2 - 1,6 mm de comprimento, elíptica, subaguda; *primeira gluma* com ca. de 0,2 mm de comprimento, membranácea, sem nervura; *segunda gluma* semelhante à primeira; *lema estéril* do mesmo comprimento do antécio, 3 - nervado, com a nervura média geralmente suprimida, membranáceo; *pálea estéril* ausente; *antécio* de 1,2 - 1,6 mm de comprimento, endurecido; *lema fértil* convexo, conspicuamente papiloso; *pálea fértil* depressa, papilosa, margens hialinas.

Distribuição Geográfica: Brasil, Pará.

Thrasya parvula difere de *T. longiligulata* através do lema 3-nervado com a nervura média ausente e antécio densamente papiloso.

MATERIAL EXAMINADO

Pará, Óbidos, Jaramacaru, lagedo próximo ao barranco; *W.A. Egler 310,* 27.V.1957 (MG) (holotipo); Marabá, Serra dos Carajás, Mina Norte, N_1, *M.N.C. Bastos et N.A. Rosa 468,* 19.V.1987 (MG); ibidem, N_4, *A.S.L. da Silva 1770,* 14.III.1984 (MG).

Thrasya petrosa (Trin.) Chase, Proc. Biol. Soc. Wash. 24: 115. 1911.

Panicum petrosum Trin., Gram. Icon. 3: 280. 1836.

(Figura 3, E - H)

Planta perene, cespitosa, ca. de 1,5 m de altura; *colmo* glabro, *nó* apresso tomentoso a puberulento; *bainha foliar* papilo-pilosa; *lígula* membranácea com ca. de 1,0 mm de comprimento; *lâmina foliar* longa, podendo alcançar ca. de 50 cm de comprimento, 2,0 - 6,0 mm de largura, papilo-pilosa a glabra, margens revolutas. *Espiga,* solitária, terminal de 15 - 25 cm de comprimento, levemente arqueada; *ráquis* alado de 4,0 - 5,0 mm de largura envolvendo a base da espigueta; *espigueta* lanceolada de 4,0 - 5,5 mm de comprimento, incluindo o calo basal, *primeira gluma* ausente, ou muito pequena e hialina; *segunda gluma* de 4,0 - 5,5 mm de comprimento, dorso com pêlos híspidos, apressos; *lema estéril* de 4,0 - 5,5 mm de comprimento, pêlos híspido no dorso, esparsos, localizados principalmente próximo ao ápice, profundamente sulcado, partindo-se facilmente no meio do dorso; *antécio* de 3,5 - 4,0 mm de comprimento; *lema fértil*

endurecido, com pequenos pêlos no ápice; *pálea fértil* um pouco menor que o lema fértil, de mesma textura, glabra, ápice ciliado.

Distribuição Geográfica: Panamá, Costa Rica, Colômbia, Peru, Bolívia, Brasil, Paraguai.

Esta espécie caracteriza-se por possuir ráquis alado, com 4,0 - 5,0 mm de largura, cobrindo a base da espigueta, calo bem distinto, lema estéril profundamente sulcado partindo-se no dorso.

MATERIAL EXAMINADO

Pará, Marabá, Serra dos Carajás. N_4, Mina piloto para exploração de ferro, *A.S.L. da Silva et al. 1865,* 17.III.1984 (MG); ibidem, *A.S.L. da Silva et al. 1875,* 19.III.1984 (MG); ibidem, *N.A. Rosa et al. 4702,* 24.IV.1985 (MG).

DISCUSSÃO

Mesosetum é um gênero que ocorre nas Américas no Norte, Sul e Central e Oeste da Índia. Segundo Swallen (1937), *Mesosetum* é principalmente sul-americano, com um grande número de espécies ocorrentes em savanas abertas, arenosas, do Nordeste do Brasil.

Renvoize (1984) cita 26 espécies ocorrentes nos trópicos e subtrópicos do Novo Mundo.

Filgueiras (1989) cita 25 espécies válidas para *Mesosetum* Steud. e para *M. cayennensis* Steud. salienta que, apesar de possuir características florais uniformes, pode apresentar um certo grau de poliformismo cujas principais fontes de variações são a pilosidade da planta, constrição e pilosidade dos nós, simetria da ligula, nervação e pilosidade da segunda gluma. Também chama atenção para espécimes do Pará, onde foram encontradas plantas tanto hirsutas como glabérrimas.

Apenas uma espécie de *Mesosetum, M. cayennense* Steud., foi coletada na Serra dos Carajás, seus indivíduos vivem em pequenas moitas nas áreas de campo "rupestre", sendo facilmente percebidos quando em floração, por apresentarem racemos dourados, devido à grande densidade de pêlos híspido-ferrugíneos no dorso da primeira e segunda gluma.

O gênero *Thrasya,* até o momento, possui cerca de 20 espécies, com limites de distribuição do Norte do México até o Paraguai (Burman 1988). No Brasil ocorrem 11 espécies, das quais cinco na Amazônia. *T. auricoma* A.G.

Burman, *T. longiligulata* Bastos & Burman, *T. petrosa* (Trin.) Chase e *T. trinitensis* Mez destas, *T. auricoma* A.G. Burman e *T. trinitensis* Mez não foram coletadas na área em estudo apesar de ocorrerem no Estado do Pará.

Secco & Mesquita (1983) separam a vegetação não florestal (savana) da Serra Norte em vegetação de canga aberta, vegetação de canga densa e campos naturais.

Utilizando-se esta classificação, podemos observar que *T. petrosa* e *Mesosetum cayennense* são freqüentes nos campos naturais (campo sem estrato arbustivo), enquanto *T. longiligulata* e *T. parvula* habitam a vegetação de canga aberta (onde existe um estrato arbustivo, cuja espécie predominante é *Mimosa acutistipula* Benth. var. *nigra*).

Estas duas espécies de *Thrasya* ocorrem consorciadas no estrato inferior; a primeira vista parecem ser uma única espécie, devido à semelhança vegetativa, entretanto, observando-se mais atentamente, nota-se que alguns indivíduos apresentam na ráquis espiguetas escuras alternadas com espiguetas claras; a cor escura deve-se ao lema fértil arroxeado próximo às nervuras laterais em *T. parvula*, e outros indivíduos em que todas as espiguetas são claras, *T. longiligulata*, estes pequenos detalhes permitem separar as duas espécies durante o trabalho de campo, uma vez que no laboratório, com auxílio da lupa, percebe-se que as espiguetas são perfeitamente distintas.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Alasdair G. Burman, pesquisador do Instituto de Botânica de São Paulo, pela leitura do manuscrito e sugestões.

Suely Anderson, pela versão do texto para o inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURMAN, A.G. & BASTOS, M.N.C. 1988. A new species of *Thrasya* H.B.K. (Gramineae) from Brazil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot.* Belém, 4(2): 235-241.

FILGUEIRAS, T.S. 1989. Revisão de *Mesosetum* Steudel (Gramineae - Paniceae). *Acta Amazôn.* 19 (47 - 114).

RENVOIZE, S.A. 1984. *The grass of Bahia.* Kew Bull. : 1-301, il.

SECCO, R. S. & MESQUITA, A.L. 1983. Notas sobre a vegetação de canga da Serra Norte - I *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, nova sér., Bot., 59: 1 - 13. il.

SILVA, M.F.F. 1987. Estudos botânicos em Carajás. SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS DE TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO. A EXPERIÊNCIA DA CVRD, 1. Belém, 1976. *Anais.* Rio de Janeiro, SEMA/IWRB/CVRD, 93-99. il.

SWALLEN, J. R. 1937. The Grass Genus *Mesosetum. Brittonia,* 2:363 - 392

Recebido em 17.10.89
Aprovado em 18.04.91

CARIBE

CDD: 583.9310442

ANATOMIA FOLIAR DE VIROLA AUBLET (MYRISTICACEAE)[1]

Marilene Marinho Nogueira Braga[2]

RESUMO - Este trabalho trata de um estudo anatômico de folhas de 47 binômios de Virola *do Brasil e de países vizinhos à região amazônica, feito através de cortes transversais e epidermes dissociadas de fragmentos de folhas herborizadas. As características comuns ao gênero analisadas com auxílio de um teste de taxonomia numérica são interpretadas em relação ao ambiente, junto a inferências genéticas, com conseqüente avaliação do significado destes caracteres para a taxonomia do grupo. As folhas de* Virola *possuem uma grande riqueza estrutural: são dorsiventrais, hipostomáticas, com estômatos paracíticos escondidos pelas células subsidiárias ou por papilas uni a tricelulares (neste caso, distintamente graminóides); pêlos uniarmados com aspecto rígido ou delgado, sésseis ou pediculados, em tufos ou com tendência à formação de um eixo unisseriado vertical; epiderme com tendência à estratificação e células com paredes onduladas por projeções ou retas em vista frontal; células secretoras no mesofilo e com menor ocorrência na epiderme; canais secretores acompanhando os feixes vasculares e comumente abrindo-se na superfície epidérmica; idioblastos com grandes drusas de oxalato de cálcio principalmente entre as células do parênquima paliçádico; terminações vasculares reforçadas por fibroesclereídeos ou com grandes traqueídeos largos e curtos imersos no parênquima. Dentre as estruturas destacam-se os estômatos e os pêlos como de grande importância para a taxonomia do grupo, visto que representam adaptações essenciais a dois fatores comumente limitantes: água e inseto.*

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia foliar, *Virola*, Myristicaceae.

ABSTRACT - This work consists of an anatomical study of the leaves of 47 binomia of Virola *from Brazil and of some amazonian neighbouring*

[1] Parte do trabalho de tese do doutorado do Curso de Pós-Graduação INPA/FUA, Manaus, AM.

[2] UFMG, ICB, Botânica, CP 2486, 31270 BELO HORIZONTE, MG.

countries. Analysis was conducted using cross sections and dissociated epidermis of fragnents of dried leaves. The shared characteristics at the generic level were analysed through the numerical taxonomy techniques and interpreted in relation to the environment. Genetic aspects associated with the characters were also used for taxonomic purposes. The leaves of Virola *are structurally complex: they are dorsiventrals, hypostomatics; paracitics stomatas are overlayed by subsidiary cells or by one to three celled papillae (in this case, distinctly graminoids); uniarmeds hairs with a fine or rigid aspect, sessile or pediculate, in tuft or with tendency of forming a uniseriate vertical axis; epidermis with stratification tendency, cells walls straight or ondulated by lumen projections in frontal view; secretories cells in mesophyll but sporadically in the epidermis; secretories cannals following vascular bundles and frequently opening on the epidermal surface; idioblasts with large cluster crystals of calcium oxalate mainly between the cells of palisade parenchyma; vascular endings reinforced by fibresclereids or with wide and short traqueids into the parenchyma. Among the structures observed the stomatas and hairs are considered of great importance to the group taxonomy since these represent essencial adaptations to two common limiting factors: water end insects.*

KEY WORDS: leaf anatomy, *Virola*, Myristicaceae.

INTRODUÇÃO

Em 1976, o Dr. W. A. Rodrigues, do Departamento de Botânica do INPA, Manaus - AM, ao concluir sua revisão taxonômica do gênero *Virola* alertou para a necessidade de estudos complementares aos de morfologia externa, que permitissem o melhor conhecimento das espécies visando subsídios para melhor fundamentar a taxonomia do grupo. Este trabalho constitui uma resposta parcial a esta questão.

Virola, Compsoneura, Iryanthera, Osteophloeum e *Otoba* constituem os cinco gêneros americanos da família Myristicaceae. Segundo Rodrigues (1980), *Virola* é o mais amplamente disperso, ocorrendo da Guatemala e Antilhas Menores à Bolívia e Brasil Meridional (Rio Grande do Sul) e da costa ocidental da Colômbia e Equador à do Atlântico, no Brasil, com maior número de espécies na bacia amazônica. Ainda segundo este autor, "as 35 espécies aqui reconhecidas de *Virola* para o Brasil ocupam pelo menos 3 das maiores zonas florísticas brasileiras: florestas da Hiléia Amazônica, florestas costeiras e cerrados". Na Amazônia são encontradas tanto em mata de terra firme, várzea, igapó e caatinga ou pseudo-caatinga (= campinas).

As plantas do gênero *Virola* são dióicas e variam de pequenos arbustos a árvores de 40 m de altura e fuste até cerca de 1,20 m de diâmetro. Têm grande valor medicinal e econômico pela comercialização de suas madeiras entre outros empregos (Rodrigues 1980).

Em geral os problemas taxonômicos em *Virola* referem-se à:

- divisão do gênero em subgrupos: Warburg (1897) o separou em duas secções - *Amblyanthera* e *Oxyanthera* - baseando-se principalmente em caracteres do androceu (tamanho do andróforo em relação à antera). Ducke (1936) distribuiu as espécies amazônicas em sete grupos apoiado no indumento, forma do fruto, espessura do pericarpo e aspectos do androceu. Smith (em Smith & Wodehouse 1937) discordou dos autores acima e dividiu o gênero em seis grupos para o que considerou as características do androceu, folha e fruto, utilizando o indumento da folha como primeiro elemento para distinção dos grupos em sua chave. Rodrigues (1980) não aceitou as divisões anteriores, pois na análise minuciosa do material, concluiu que a relação do tamanho entre andróforo e antera mostra grande variação mesmo entre espécies afins e a pilosidade varia dentro da própria espécie.
- a existência de alguns grupos onde as espécies não estão bem delimitadas, ocasionando dúvidas quanto à sua validade como unidade taxonômica.

Muito pouca informação se encontra na literatura sobre a anatomia das folhas de *Virola:* Warburg (1895 e 1897), Solereder (1908), Martin-Lavigne (1909), Uphof (1959), Metcalfe & Chalk (1950), Roth (1977), Paula & Heringer (1979) e Bernardi & Spichiger (1980). Dentre estes destaca-se o trabalho detalhista de Warburg (1895), ao descrever a pilosidade encontrada nas Myristicaceae. Em geral os demais referem-se a uma análise de um ou outro caráter em uma ou duas espécies de *Virola*, enquanto Bernardi & Spichiger (1980) se detêm na morfologia dos pêlos observados com auxílio do microscópio eletrônico de varredura de 8 espécies de *Virola*.

São vários os trabalhos realizados com anatomia de madeira, pólen e no âmbito fitoquímico, dos quais são relacionados a seguir aqueles que são mais expressivos pelo número de espécies analisadas e conseqüentemente pela amplitude das conclusões em termos taxonômicos: Garratt (1933) e Lisboa *et al.* (1984) sobre anatomia de madeira e Wodehouse (em Smith & Wodehouse, 1937), Walker & Walker (1979) e Carreira (1985) sobre pólen.

Recentemente Sousa (1989) fez uma análise detalhada da anatomia foliar do gênero *Compsoneura* caracterizando grupos anatômicos em parte para-

lelos aos taxonômicos, fundamentados em tipos de estômatos, pêlos e presença ou ausência de epiderme esclerificada.

A anatomia da folha de *Knema* (gênero asiático) foi estudada por Siddiqui & Wilson (1975) e de todos os gêneros asiáticos: *Gymnacranthera, Horsfieldia, Myristica* e inclusive *Knema,* Koster & Baas (1981) fizeram um estudo anatômico comparado das folhas, muito rico em observações e avaliação dos caracteres. Consideraram muitos dos caracteres encontrados como profundamente xeromórficos.

Assim, face à necessidade e à ausência de um estudo anatômico sistematizado da folha, foi realizado este trabalho[3] objetivando conhecer a estrutura da folha das espécies de *Virola* e contribuir para a taxonomia do grupo. Visando a uma avaliação de maior amplitude dos resultados, procedeu-se à aplicação de um teste de taxonomia numérica simples (Roe 1974) com cartões perfurados na margem.

MATERIAL E MÉTODO

Foram estudadas folhas de espécies de *Virola* da Amazônia, de espécies que ocorrem em outras regiões brasileiras, bem como daquelas que chegam até à América Central.

O tratamento taxonômico está de acordo com a conceituação do especialista Dr. W. A. Rodrigues, do Depto. de Botânica - INPA, expresso em suas determinações de herbário e em sua revisão do gênero *Virola* no Brasil (Rodrigues 1980), com exceção de alguns sinônimos, que quando havia material disponível, foram trabalhados separadamente, como espécies distintas, dados os problemas taxonômicos existentes (Ducke 1936 e 1938; Smith & Wodehouse 1937 e Rodrigues 1980) com o fim de recolher elementos que justificassem ou não sua situação como sinônimo. Desta forma foram estudados 47 binômios de *Virola,* tratados como espécies neste trabalho.

O estudo restringiu-se praticamente ao material herborizado listado a seguir:

1. *Virola albidiflora* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, São Paulo de Olivença, 3/10/1931 (RB 24563); *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, São Paulo de Olivença, 25/2/1932 (RB 24564). 2. *Virola caducifolia* W. Rodr.: *W. Rodrigues & D. Coêlho* 9263, Brasil, Amazonas, km 120 da estrada Manaus-Itacoatiara, 20/11/1973 (INPA 40932). 3. *Virola calophylla* Warburg: *R. Spruce* 3207, Venezuela, Amazonas, rio Cassiquiare, 4/1853 (NY). 4. *Virola calophylloidea*

---

[3] que representa uma condensação dos principais resultados e conclusões da tese apresentada ao INPA/FUA em 1982 para obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas.

Markgraf (= *V. calophylla* segundo Rodrigues, 1980): *Ule* 8846, Brasil, Amazonas, Rio Negro, 5/1909 (MG 13869). 5. *Virola carinata* (Spr. ex Benth.) Warburg: *Raimundo da Mota* 103, Brasil, Amazonas, Manaus, 14/7/1977 (INPA 74352). 6. *Virola coelhoi* W. Rodr.: *D. Coêlho* s.n., Brasil, Amazonas, Tefé, 21/10/1975 (INPA 53124); *R.L. Fróes* 26220, Brasil, Amazonas, rio Tefé, 12/6/1950 (IAN 55118). 7. *Virola crebrinervia* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Pará, Gurupá, 10/8/1918 (MG 17182); *L. Williams & N.T. Silva* 18245, Brasil, Pará, Portel, 26/10/1955 (IAN 95016). 8. *Virola cuspidata* (Spr. ex Benth.) Warburg: *R. Spruce* 1794, Brasil, Amazonas, Manaus, 9/1851 (NY). 9. *Virola decorticans* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, São Paulo de Olivença, 4/11/1927 (RB 19571). 10. *Virola divergens* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, Manaus 27/4/1932 (RB 24550). 11. *Virola dixonii* Little: *E.L. Little Jr. & R.G. Dixon* 21092, Equador, Esmeraldas, San Antonio, 18/9/1965 (NY). 12. *Virola duckei* A.C. Smith: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, Manaus, 31/8/1931 (RB 24562). 13. *Virola elongata* (Benth.) Warburg: *Hipólito Filho & L.M. da Silva* 211, Brasil, Amazonas, Humaitá, 24/9/1975 (INPA 70541). 14. *Virola flexuosa* A.C. Smith: *W.A. Rodrigues, P.I.S. Braga & D.F. Coêlho* 10160, Brasil, Amazonas, Tefé, 23/8/1979 (INPA 84443). 15. *Virola gardneri* (A. DC.) Warburg: *George Gardner* 5596, Brasil, Rio de Janeiro, 1841 (NY). 16. *Virola guggenheimii* W. Rodr.: *O.P. Monteiro & J. Ramos* s.n., Brasil, Amazonas, km 220 da estrada Manaus-Porto Velho, 28/4/1976 (INPA 59445). 17. *Virola kukachkana* L. Williams (= *V. albidiflora* segundo Rodrigues, 1980): *A. Arostegui V.* 115, Peru, Loreto, Maynas, 20/8/1963 (NY). 18. *Virola lepidota* A.C. Smith (= *V. calophylla* segundo Rodrigues, 1980): *B.A. Krukoff* 6889, Brasil, Amazonas, Humaitá, 29/10/1934 (NY). 19. *Virola lieneana* Paula & Heringer: *E. P. Heringer et al. s.n., Brasil, Distrito Federal, Brasília, 8/11/1977 (INPA 81931). 20. Virola loretensis* A. C. Smith: *E.P. Killip & A.C. Smith* 27359, Peru, Loreto, Iquitos, 2-8/8/1929 (NY). 21. *Virola macrocarpa* A.C. Smith: *Al Gentry & M. Fallen* 17792, Colômbia, Chocó, estrada entre Yuto e Certegui, 17/8/1976 (INPA 69294), 22. *Virola malmei* A.C. Smith: *B. Maguire, J.M. Pires, C.K. Maguire & N.T. Silva* 56266, Brasil, Mato Grosso, estrada Brasília-Acre, 25/8/1963 (INPA 36266). 23. *Virola marlenei* W. Rodr.: *M.F. Silva et al.* 753, Brasil, Amazonas, estrada Manaus-Porto Velho, 14/7/1972 (INPA 36844). 24.*Virola megacarpa* A. Gentry: *M. Nee & E. Tyson* 10983, Panamá, estrada El Llano - Carti, 28/3/1974 (INPA 69289). 25. *Virola michelii* Heckel: *M.G. Silva & C. Rosário* 372, Brasil, Pará, Itaituba, 14/11/1978 (INPA 94440). 26. *Virola micrantha* A.C. Smith: *Schultes & Black* 46377, Colômbia, Água Preta, Trapecio, 8/11/1946 (IAN 20479). 27. *Virola minutiflora* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, Manaus, 31/1931 (RB 24560). 28. *Virola mollissima* (Poepp. ex A. DC.) Warburg: *G. Tessmann* 3473, Peru Middle Ucayali, Yarinacocha, s.d. (NY). 29. *Virola multicostata* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Pará,

Rio Branco de Óbidos, 27/12/1913 (RB 24972). 30. *Virola multiflora* (Standl.) A.C. Smith: *W.A. Schipp* 279, Honduras Britânicas, estrada de ferro Stann Creek, 16/7/1929 (NY). 31. *Virola multinervia* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, Manaus, 15/5/1932 (RB 24555). 32. *Virola obovata* Ducke: *A. Ducke* 1509, Brasil, Amazonas, Esperança, 24/3/1944 (RB 50695). 33. *Virola officinalis* Warburg: *H. Velloso* 1080, Brasil, Bahia, Ilhéus, 15/9/1944 (INPA 44496). 34. *Virola oleifera* (Schott) A.C. Smith: *H.P. Velloso* s.n., Brasil, Rio de Janeiro, Terezópolis, 13/2/1943 (INPA 50549). 35. *Virola parvifolia* Ducke: *A. Ducke* s.n., Brasil, Amazonas, Camanaus, 12/10/1932 (RB 24553). 36. *Virola pavonis* (A. DC) A.C. Smith: *Al Gentry, J. S. Vigo & J. Afonson* 25526, Peru, San Martin, Mariscal Caceres, 11/3/1979 (INPA 96571). 37. *Virola peruviana* (A. DC.) Warburg: *J. S. Vigo* 6227, Peru, Lamas, 10/5/1973 (INPA 41195). 38. *Virola polyneura* W. Rodr.: *G.T. Prance et al.* 14425, Brasil, Amazonas, rio Curuquetê, 19/7/1971 (INPA 32641). 39. *Virola rufula* (A. DC.) Warburg: *W. Rodrigues & O.P. Monteiro* 9373, Brasil, Amazonas, km 134 da estrada Manaus-Itacoatiara, 28/6/1974 (INPA 43568). 40. *Virola rugulosa* (Spruce) Warburg: *R. Spruce* 3140, Venezuela, Amazonas, rio Negro, 10/1853-54 (NY). 41. *Virola sebifera* Aublet: *M.F. Prevost* 790, Guiana Francesa, ilha de Cayenne, 17/9/1979 (INPA 100946). 42. *Virola sessilis* (A. DC.) Warburg: *G. T. Prance, E. Lleras & D.F. Coêlho* 18932, Brasil, Mato Grosso, Chapada dos Guimarães, 13/10/1973 (INPA 42421). 43. *Virola subsessilis* (Benth.) Warburg: *A. Fernandes & Matos* s.n., Brasil, Piauí, Corrente, 13/11/1979 (INPA 93354). 44. *Virola surinamensis (Rol.) Warburg: s.col.,* Guiana Holandesa, Hab Kaboeire, s.d. (INPA 6952). 45. *Virola theiodora* (Spr. ex Benth.) Warburg: *R. Spruce* s.n., Brasil, Amazonas, Manaus, 12-3/1850-51 (NY). 46. *Virola urbaniana* Warburg; *Rizzo* 5527, Brasil, Goiás, Morrinhos, 26/9/1970 (INPA 62929). 47. *Virola venosa* (Benth.) Warburg: *R. Spruce* 1401, Brasil, Amazonas, Manaus, 12-3/1850-51 (NY).

De cada amostra de folha foram feitos:

1) Dissociação para obtenção de epidermes em vista frontal: em geral dois pequenos quadrados com cerca de 7mm de lado foram disssociados com a mistura de Jeffrey, corados com Azul de Astra e Fucsina Básica e montados em gelatina-glicerinada.

2) Cortes transversais a mão livre e no micrótomo: neste caso pequenas amostras de material foram fervidas em água, à qual foram adicionadas algumas gotas de sabão líquido e uma gota de glicerina. Os cortes a mão livre foram feitos com lâmina de barbear, descorados com algumas gotas de água sanitária diluídas em água, em seguida corados com Azul de Astra e Fucsina Básica e montados em gelatina-glicerinada. Em alguns casos, do material

reidratado, foi processada uma pequena amostra para inclusão em parafina, obtenção de cortes microtômicos seriados que também foram corados com Azul de Astra e montados em Bálsamo de Canadá.

3) Raspagens de pêlos: das espécies cujos pêlos caíam durante a dissociação, as partes aéreas dos pêlos foram raspadas com estilete e montadas em gelatina-glicerinada. Raspagens de pêlos foram feitas em algumas espécies muito pilosas para permitir a observação da superfície epidérmica, como em *V. caducifolia.*

4) Contagens: uma vez que os estômatos de *Virola* são muito pequenos e em muitas espécies encobertos por papilas, as contagens de estruturas foram feitas num campo com 0,17 mm^2 de área, em dez campos diferentes.

5) Medições: foram obtidas com uma escala embutida na ocular comparada com escala micrometrada.

6) Desenhos: foram feitos com câmara clara adaptada ao microscópio.

7) Fotomicrografias: foram realizadas num microscópio com câmara fotográfica acoplada. Neste trabalho, a título de melhor ilustrar as características estruturais das espécies do gênero *Virola,* foram incluídas fotografias obtidas de material fresco-fixado e mesmo com plano de corte não citados na metodologia geral, como os cortes paradérmicos da epiderme, além de material herborizado não relacionado anteriormente, informações a respeito acompanham as legendas.

8) Testes químicos: foram feitos com cortes a mão livre reidratados para identificação de lipídios (Sudam III) e cristais, apenas naquelas espécies onde os cristais ocorrem com maior freqüência (ácido sulfúrico a 50%).

Com os dados obtidos foram feitas descrições detalhadas das espécies que serão publicadas oportunamente e foi montada uma tabela de características que serviu de base para um teste de taxonomia numérica. Com este teste foram preparados, através de medidas de similaridade fenética, um fenograma, um diagrama de círculo com as espécies ligadas a nível de 70% de similaridade e um gráfico de relação com o ancestral, utilizando cartões perfurados na margem e uma agulha de tricô (conforme Roe 1974).

Na primeira tabela foram incluídas todas as características observadas nas amostras, inclusive aquelas já conhecidas como variáveis. Assim surgiu um fenograma que separava melhor as espécies, mas não demarcava bem os grandes grupos. Como conseqüência foi feita uma segunda tabela da qual

apenas participaram as características conhecidas ao longo do trabalho como mais constantes, resultando um fenograma inverso ao anterior, que separa bem os grandes grupos, mas não as espécies próximas.

A espécie *V. parvifolia*, da qual só se conhecia o exemplar TIPO, foi trabalhada com a falta de alguns dados sobre os pêlos, mas dado o seu alto relacionamento com espécies próximas, mesmo com ausência destes caracteres, foi mantida no teste, entretanto sua posição deve ser analisada com restrições.

Duas espécies, *V. lieneana* e *V. kukachkana*, só participaram da segunda matriz e fenograma, por inclusão tardia no estudo.

RESULTADOS:

1) Descrição geral:

Todas as espécies de *Virola* têm as folhas dorsiventrais, hipostomáticas e pilosas. Algumas espécies perdem seus pêlos facilmente mas deixam as bases destes inseridas entre as células epidérmicas.

• EPIDERME ADAXIAL - em vista frontal e corte transversal:

Nesta epiderme, quando observada em vista frontal, logo se distingue a região da nervura pelas células alongadas e/ou enfileiradas.

Entre as células epidérmicas da lâmina ocorrem comumente bases de pêlos e aberturas de canais secretores (Figuras 1, 2, 3). Em algumas espécies, esta epiderme possui ainda células secretoras e/ou regiões claras circulares que correspondem a idioblastos cristalíferos subepidérmicos (Figuras 4, 5, 6 - ver mais detalhes em estruturas secretoras e mesofilo).

As células epidérmicas têm paredes retas ou paredes onduladas por projeções do lúmen celular (Figuras 7 a 12), em ambos os casos com espessura variável. As projeções quando focalizadas ao nível da parede periclinal externa mostram ondulações de profundidade diversa. Focalizando um pouco mais abaixo, o aspecto que se tem é de um "colar" com contas mais ou menos separadas umas das outras, dependendo da largura de cada ondulação (Figura 9). Cada "conta" corresponde à região de maior deposição de cutícula que se encontra no ponto mediano entre duas ondas adjacentes, uma em direção oposta à outra. Focalizando as paredes anticlinais, ao nível ou próximo da parede periclinal interna, aquelas se apresentam retas, com ou sem pontuações (Figuras 10, 11).

Com exceção de *V. decorticans* e *V. guggenheimii*, todas as espécies de *Virola* têm as folhas, do lado adaxial, glabras quando adultas, isto é, seus pêlos são caducos.

Um pêlo de *Virola* comumente está diferenciado em três regiões - a base, o pedículo de articulação e uma parte aérea, a qual pode estar subdividida em pedículo de sustentação e ramos (Figura 13), tendo cada região as seguintes características:

- a base do pêlo, que se situa ao nível das células epidérmicas, como continuidade destas, são uni a pluricelulares. Em algumas espécies predominam as bases uni ou bicelulares sobre as pluricelulares (Figura 1), na maioria das espécies não ocorre tal predominância, aparecendo na mesma folha bases uni e pluricelulares em quantidades semelhantes (Figura 2).

Em *V. decorticans* (Figura 2) e *V. guggenheimii* o número de células das bases é tão grande, cerca de 20 a 30, que é possível vê-las a olho nu.

- o pedículo de articulação, intermediário entre a base e a parte aérea propriamente dita, sempre permanece sobre a base quando a parte aérea cai, é ainda recoberto pela cutícula e geralmente unicelular, raramente ocorrendo um pedículo pluricelular, como em *V. decorticans*. No caso de ter mais de uma célula estas se dispõem num mesmo plano, articuladas lateralmente, não se sobrepõem.

- a parte aérea dos pêlos, que varia em número de células e organização, em *V. decorticans* possui de 2 a 4 células, ramificadas ou não, de paredes espessas. Quando não ramificadas, as células estão dispostas numa série apenas e a célula distal termina afilada, o pêlo tem então a forma acicular (Figura 14 A - a, b). Quando ramificada, a ramificação propriamente dita, ocorre apenas na penúltima célula distal, ficando a última célula como um prolongamento da célula anterior, o que confere o aspecto de uma bifurcação (Figura 14 - c a g). A parte proximal é constituída por uma ou mais células superpostas, não ramificadas, como uma haste - o pedículo de sustentação.

Em *V. guggenheimii* a parte aérea possui um curto pedículo de sustentação unicelular e três ou mais ramos curtos ou longos, de paredes espessas; cada ramo ao articular-se pela sua região proximal com a região proximal da célula anterior (Figura 14-B) origina um eixo vertical unisseriado, onde a região distal de cada ramo termina livre. É provável que esta espécie tenha também pêlos não ramificados, como os descritos para *V. decorticans* visto que os têm na epiderme abaxial e que o número de células das bases dos pêlos variam de 3 a 8 (bases com número pequeno de células em geral suportam pêlos mais simples estruturalmente), porém estes não foram observados.

A freqüência dos pêlos é variável entre as espécies, compreendendo de 0 a 1 pêlo/ 0,17 mm² (Gráfico 1).

A cutícula ora apresenta-se com o aspecto liso, ora finamente granulada, granulada e/ou com rachaduras em vista frontal.

O corte transversal da folha mostra variações na altura e largura das células epidérmicas, a ausência ou presença de divisões periclinais e anticlinais secundárias (Figura 15) que podem ser raras, freqüentes ou de tal forma comuns que originam em *V. surinamensis* uma epiderme estratificada (Figura 18) e deixa dúvidas, quanto à origem, tal a diferenciação que chegou, a camada subepidérmica em *V. dixonii*, que mais lembra uma hipoderme (Figura 16).

A cutícula espessa ou fina, penetra mais profundamente entre as células epidérmicas, atingindo o nível da periclinal interna ou não. O lúmen da célula emite projeções (Figuras 17, 19 e 20) que variam no grau de inclinação, largura e comprimento, sendo mais estreitas e eretas em *V. calophylla* (Figura 20) e *V. calophylloidea* e mais largas e inclinadas em *V. elongata* (Figuras 17 e 19) e *V. marlenei*, entre outras.

• EPIDERME ABAXIAL - em vista frontal e corte transversal:

As células que se encontram sobre as nervuras são em vista frontal, bem distintas das células que revestem o limbo, até mesmo aquelas que se encontram sobre as terminações vasculares.

Em geral, entre as células epidérmicas podem ser observados: os pêlos ou somente suas bases encobertas parcialmente pelo pedículo de articulação (Figuras 21 a 26), estômatos, aberturas de canais secretores e células secretoras (Figuras 27 a 31 - ver mais informações destas últimas em estruturas secretoras).

As células epidérmicas comuns do limbo têm a superfície lisa e/ou papilosa ou com papilas bem definidas (Figuras 15, 16, 32 a 37, 65 a 67, 72, 73, 75, 76 e 82). As papilas mais bem desenvolvidas são globosas, com um colo basal ou não, podem ser digitiformes, geminadas, agrupadas por uma mesma capa cuticular formando "muralhas" ao redor dos estômatos (Figuras 36 e 37) ou ainda com divisões periclinais que originam papilas com mais de uma célula (Figuras 15, 67, 73 e 76). Quanto menos diferenciada a papila, mais inconstante, aparecendo ou não na mesma folha, por outro lado, quanto mais diferenciada, mais constante.

As células da epiderme têm paredes retas, em mais de 90% das espécies analisadas ou paredes onduladas resultantes de projeções do lúmen celular como em *V. gardneri* ou independentes de projeções, isto é, toda a parede anticlinal é ondulada. Em geral as paredes são finas mas em algumas espécies são espessas. Comumente quando as ondulações são muito frouxas, isto é, este caráter pouco diferenciado, tem uma ocorrência mais variável, o contrário se observa quando mais diferenciadas, isto é, quando as ondulações são mais profundas, com curvaturas mais pronunciadas.

Algumas espécies de *Virola* têm os pêlos caducos e outras têm os pêlos persistentes. Os pêlos da epiderme abaxial apresentam as mesmas regiões que os da epiderme adaxial: base, pedículo de articulação, parte aérea com ou sem pedículo de sustentação e ramos.

As bases de pêlos têm de 1 até mais de 30 células: em algumas espécies há predominância de bases unicelulares (Figura 21) e/ou bicelulares, noutras (a maioria) só ocorrem bases com número pequeno de células (de 1 a 10) sem predominância, ou somente bases multicelulares (Figura 27), ainda outras espécies possuem tanto as bases de pêlos unicelulares como também multicelulares, sem predominância (ver indiretamente pelo tamanho, a variação do número de células das bases dos pêlos nas Figuras 21 a 27).

A média do número de bases varia de 0 a 100/0,17 mm^2, mas a maioria das espécies tem de 0 a 10 bases de pêlos/0,17 mm^2 (ver a variação de densidade nas Figuras 21 a 27).

O pedículo de articulação mais comum é unicelular, mas pode também ser bi, tri ou pluricelular (Figura 34), quando com mais de uma célula todas estão dispostas no mesmo plano horizontal.

Os pêlos que possuem grande número de células na base e pedículo de articulação pluricelular são aqueles com a parte aérea mais desenvolvida e mais rígida. Já aquelas epidermes que possuem uma cobertura densa de pêlos, conseqüente de maior número de pêlos por área, têm pêlos de paredes delgadas, com aspecto delicado.

A parte aérea dos pêlos, muitíssimo variável, pode então ser séssil ou pediculada (com pedículo de sustentação). Os pêlos sésseis podem ter 1, 2 ou mais ramos. No primeiro caso, a parte aérea é unicelular (cada ramo é constituído por uma célula), o pêlo é cônico e possui a extremidade basal globosa, que se apóia sobre o pedículo de articulação e a extremidade distal afilada e livre. Quando o pêlo séssil tem dois ou mais ramos, então, duas ou mais células, a região proximal de cada ramo é angulosa e vários ramos podem se articular

lado a lado sobre um mesmo plano horizontal (Figuras 23, 33, 51 - a a c, 53 - a, b, d). Quando ocorrem mais ramos, estes ficam superpostos aos primeiros tomando o aspecto de um tufo ou aspecto arbustivo, visto de perfil ou estrelado quando em vista frontal (Figuras 38 a 40, 50, 51 - d, e, 52, 53 - c, e a g, 55 - a a i) ou então a região proximal de cada ramo (unicelular) articula-se não lateralmente, mas sobrepondo-se ao ramo anterior, parcial ou totalmente, originando um eixo unisseriado (Figuras 41, 47 a 49, 54, 55 - j, l, 59 - a, b). A região proximal alongando-se caracteriza melhor este eixo dando ao pêlo um aspecto arborescente ou dendrítico.

Geralmente os pêlos menos complexos, mais simples, coram-se com azul de astra, corante afim à celulose, têm as paredes espessas e são rígidos, em algumas espécies, porém, possuem as paredes finas, o que lhes confere um aspecto delicado (Figuras 33, 38 a 41, 52 a 54), às vezes como se estivessem inflados.

Muito raramente, ocorrem pêlos com duas ou três células unisseriados e sem formar ramos tipicamente laterais (Figuras 43, 45, 56 - a, 57 - a, 58 - a) com a forma acicular, já referidos também para a epiderme adaxial.

Os pêlos pediculados são portadores de um pedículo de sustentação uni a tricelular (Figuras 42, 44, 46, 56 a 59 - c). Neste as células sobrepõem-se formando uma haste sobre a qual dispõem-se os ramos. Estes podem ser em número de 1 (se considerarmos o pêlo unisseriado, de forma acicular, como um pediculado, cuja última célula, o ramo, está disposto verticalmente), 2, 3 até 21 como em *V. megacarpa* (Figura 59 - c). Como nos pêlos sésseis, os ramos podem estar organizados sobre o pedículo de sustentação, articulando-se 2, 3 ou 4 ramos no mesmo plano (Figuras 44, 56 - b a e), sobrepondo-se parcial e/ou totalmente pelas regiões proximais (Figuras 57 - b a g, 58 - b), um a um, até formar com maior número de ramos, um eixo unisseriado com aspecto arborescente (Figuras 46, 56 - e a g, 57 - h a o, 58 - c a g, 59 - c). Este aspecto fica mais típico quanto mais se alonga a região proximal de articulação e quando com maior número de ramos. Neste eixo unisseriado, os ramos terminais, dois ou três últimos, podem se articular num mesmo plano (Figura 56 - e a g).

Em geral os pêlos variam no comprimento e diâmetro das células, bem como já referido acima, na espessura e composição da parede, já que uns são afins à fucsina. Alguns são retorcidos e tortuosos, enquanto outros têm o aspecto delicado.

Ainda dentro de um mesmo pêlo os ramos podem ter medidas diferentes, como em *V. albidiflora* (Figura 55) onde os ramos proximais são mais curtos enquanto os distais são mais alongados. Noutras espécies ocorre o inverso, os ramos mais curtos são os distais.

Em algumas espécies de *Virola* só ocorrem pêlos sésseis, em outras somente pêlos pediculados e ainda noutras estão presentes tanto pêlos sésseis como pediculados. A ocorrência dos dois tipos numa mesma folha dá origem à formação de estratos, como por exemplo em *V. albidiflora.*

Em geral há uma grande quantidade de combinações diferentes de tipos de base, com tipos de pedículo de articulação, de sustentação e ramos nos pêlos, em espécies diferentes ou então, até numa mesma folha.

Comumente os pêlos menos complexos e diferenciados, com menor número de células na base e pedículo de articulação, com poucos ramos e em forma de estrela ou tufo têm ocorrência mais inconstante, ao passo que os pediculados com maior número de células na base e pedículo de articulação com aspecto arborescente são mais constantes.

Os estômatos são paracíticos e de dois tipos: tipo "elongata" e tipo "multinervia" (primeira vez observados nestas espécies) sendo este caráter invariável dentro de uma folha, entre folhas de diferentes regiões da copa de um indivíduo e entre indivíduos diferentes de uma mesma espécie (resultados inéditos de um estudo feito com *V. elongata* e *V. calophylloidea* de coleta padronizada dentro da copa e entre espécimes diversos das diferentes espécies provenientes de material herborizado).

No estômato tipo "elongata", as células-guardas encontram-se encobertas pelas células subsidiárias que se estreitam em direção à superfície externa da folha (Figuras 68, 69). No tipo "multinervia" as células-guardas estão dispostas no mesmo nível das células subsidiárias externamente (Figuras 65, 66). Em ambos a parede periclinal externa e interna são espessas na região equatorial, delimitando um lúmen estreito enquanto nas regiões polares estas paredes são delgadas permitindo um amplo lúmen celular.

No estômato tipo "multinervia" a parede periclinal externa é comumente cutinizada (cora com fucsina e reage positivamente com Sudam III) e seu espessamento na região polar interrompe-se de tal forma a deixar bem delimitadas as áreas sem espessamento, como num estômato de Gramineae e Cyperaceae, de fácil observação em vista frontal (Figuras 63, 64). No estômato tipo "elongata" os espessamentos, tanto da periclinal externa quanto interna, não são cutinizados, coram-se com azul de astra e em vista frontal da superfície externa não são visíveis as áreas polares sem espessamento (Figuras 60 a 62), apesar do corte transversal nesta região mostrar o lúmen amplo.

Espécies com estômato tipo "multinervia" são, com poucas exceções, portadoras de papilas bem diferenciadas de tal forma que os estômatos ficam total ou parcialmente encobertos por tais estruturas.

A média do número de estômatos varia de 25 a 145/0,17 mm², sendo mais freqüentes espécies onde a média está em torno de 50 a 80/0,17 mm² (Gráfico 1).

A cutícula em algumas espécies mostra expressiva ornamentação, fácil de observar tanto em vista frontal quanto em corte transversal, como em *V. elongata, V. calophylla, V. calophylloidea, V. mollissima* e *V. obovata*, enquanto noutras espécies esta ornamentação é menos distinta ou inconspícua.

• MESOFILO - em corte tranversal:

Nas folhas de *Virola* o mesofilo comumente é interrompido pela presença de nervuras, células secretoras, canais secretores e idioblastos cristalíferos.

- Parênquima paliçádico: tem o número de estratos variando de 1 até 3, com células curtas e largas como em *V. elongata* (Figura 70), *V. obovata* (Figura 71) e *V. venosa* ou com células longas e estreitas como em *V. subsessilis* (Figura 75). É muito freqüente, em diversas espécies, a ocorrência de células bifurcadas, até mesmo na camada mais externa do parênquima paliçádico.

- Parênquima lacunoso: com número variável de camadas, 4 a 8 em geral, com muitas ou poucas lacunas, em alguns casos praticamente atípico, isto é, sem lacunas. Comumente tem as células alongadas dispostas horizontalmente na folha, paralelas às epidermes (o que aparece caracterizado nas Figuras 70 a 73).

- Idioblastos cristalíferos: neste gênero é típica a ocorrência de um idioblasto globoso de paredes finas, contendo uma drusa de oxalato de cálcio, disposto entre as células da primeira camada do parênquima paliçádico (Figuras 16, 73, 74 e 76), raramente na segunda. Em muitas espécies, idioblastos menores estão presentes com certa constância, no último estrato de células do parênquima lacunoso. Em geral, o tamanho do cristal, bem como sua freqüência variam: num mesmo corte podem aparecer vários idioblastos, até mesmo geminados, enquanto em outros cortes, às vezes é difícil encontrar algum.

Cristais lenticulares pequenos foram observados principalmente no parênquima lacunoso de diversas espécies; em *V. flexuosa*, além dos cristais lenticulares foram encontrados cristais prismáticos solitários.

- Terminações vasculares: basicamente ocorrem dois tipos de terminações: uma com traqueídeos envolvidos por esclerênquima (por fibroesclereídeos - Figura 86) e outra com traqueídeos envolvidos diretamente pelo parênquima lacunoso (Figura 87). As terminações livres no parênquima comumente são representadas por traqueídeos muito largos e curtos com reforço em geral espiralado ou escalariforme. Já as terminações envolvidas por fibro-esclereídeos largos e curtos, com muitas pontuações grandes e arredondadas, conforme a proximidade da terminação, geralmente envolvem traqueídeos estreitos e alongados.

• ESTRUTURAS SECRETORAS:

- Células secretoras: são comuns ao gênero, tipicamente distribuídas entre as células do mesofilo e de tamanho "gigante", quando comparadas às demais células da folha. Entre as diferentes espécies, tais células apresentam muita variação em relação à freqüência e posição. Geralmente, dispõem-se abaixo da primeira camada de células do parênquima paliçádico e entre as primeiras camadas do parênquima lacunoso (Figuras 16, 67, 71, 73 e 84). Em corte transversal, têm a forma elíptica ou redonda, em cortes paradérmicos têm sempre a forma circular (Figura 80) e estão rodeadas pelas células do parênquima lacunoso dispostas radialmente. A secreção aparece em forma de glóbulos grandes ou pequenos, imersa no meio citoplasmático, em algumas espécies ocorrem como glóbulos densos e amarelados.

Células secretoras epidérmicas são em geral de tamanho menor que as descritas acima, com paredes finas e conteúdo semelhante, praticamente afloram na epiderme (Figuras 83 e 85), a camada de cutícula que as recobre é finíssima e nesta, em alguns casos, é possível observar um pequeno poro central. Em vista frontal reconhece-se uma célula secretora como uma região clara que contrasta com o restante da epiderme (Figuras 27 a 29). Em *V. micrantha* e *V. gardneri* a abertura destas células na epiderme é um pouco mais diferenciada e constante, enquanto noutras espécies é muito variável.

- Canais secretores: foram aqui chamados de secretores, mas em verdade desconhece-se a função que realizam. São comuns ao gênero. Normalmente abrem-se na epiderme adaxial, mais raramente na abaxial. Em vista frontal aparecem como uma região muito pequena, clara, triangular ou quadrangular, às vezes mais alongada, não muito distinta, na junção de três ou quatro células epidérmicas (Figuras 3, 30, 31). No corte transversal da folha mostram-se estreitos ou largos, articulados ou não. Acompanham as terminações vasculares em suas extremidades, ramificam-se e penetram entre as células do parênquima paliçádico antes de atingirem a epiderme (Figuras 77 a 82). Geralmente têm a parede delgada, tipo de crescimento intrusivo, o que lhes confere um aspecto tortuoso, com áreas de pontuações em toda a sua extensão. Em algumas espécies, parte do conteúdo tem a forma de bastões, noutras tem a forma de glóbulos e reagem positivamente com Sudam III. Sem dúvida alguma, mais estudos quanto à estrutura destes canais são necessários, principalmente através de cortes seriados e abrangendo todas as espécies.

2) Teste de taxonomia numérica com caracteres fenéticos:

Na Tabela 1 estão relacionadas as características utilizadas após análise do material para o teste com cartões perfurados na margem. Aquelas assinaladas com asterisco, mais os integrantes do item XXXI compuseram a segunda tabela com dados mais constantes em ocorrência (ver informações em Material e Método).

TABELA I - Caracteres e seus estados de estrutura da folha de espécies de Virola - elementos básicos para o teste de taxonomia numérica (caracteres em algarismos romanos, estados em arábicos).

• EPIDERME ADAXIAL em vista frontal

I - Quanto à forma das paredes: *

1. com paredes retas
2. com paredes onduladas por projeções do lúmen
3. predominantemente retas com raras projeções

II - Espessura da parede das células:

4. muito espessas
5. muito finas
6. intermediárias

III - Ocorrência de canais secretores atingindo a superfície:

7. presentes
8. ausentes

IV - Ocorrência de células secretoras: *

9. presentes
10. ausentes

V - Número de células das bases dos pêlos: *

11. 0
12. *1*, 2 ou mais células (com predominância de 1)
13. 1, *2* ou mais células (com predominância de 2)
14. 1, 2, 3, 4 ou mais células
15. 2 a 12 células
16. 4 a 10 células
17. 2 a 20, até 30 células

VI - Número de bases de pêlos por 0,17 mm^2: *

18. 0 - 1,0
19. 1,1 - 2,0
20. 2,1 - 5,0
21. 5,1 - 10,0
22. 10,1 em diante

VII - Quanto à permanência dos pêlos: *
23. pêlos caducos
24. pêlos persistentes

• EPIDERME ABAXIAL em vista frontal

VIII - Quanto à forma das paredes: *
25. com paredes retas
26. com paredes onduladas
27. com paredes onduladas por projeções do lúmen
IX - Espessura da parede das células:
28. paredes muito espessas
29. paredes muito finas
30. paredes com espessura intermediária
X - Ocorrência de canais secretores atingindo a superfície:
31. presentes
32. ausentes
XI - Ocorrência de células secretoras atingindo a superfície:
33. presentes
34. ausentes
XII - Ocorrência de papilas: *
35. sem papilas, superfície das células lisas
36. células papilosas
37. células com papilas não divididas secundariamente
38. células com papilas divididas (mais de 1 célula)
39. papilas não freqüentes
XIII - Tipo de estômato quanto à coloração: *
40. o espessamento da célula-guarda cora-se com azul de astra
41. o espessamento da célula-guarda cora-se com azul de astra e fucsina
XIV - Tipo de estômato quanto ao nível que ocupa junto às células subsidiárias: *
42. estômatos imersos nas células subsidiárias
43. estômatos nivelados externamente com as células subsidiárias
XV - Número de estômatos por 0,17 mm^2: *
44. 21 a 50
45. 51 a 80
46. 81 a 110
47. 111 em diante
XVI - Número de bases de pêlos por 0,17 mm^2: *
48. 0 a 9
49. 10 a 19

50. 20 a 29
51. 30 a 39
52. 40 a 49
53. 50 a 59
54. 90 a 99
XVII - Número de células das bases de pêlos: *
55. predominam números pequenos: 1 a 10, raramente maior que 10
56. predominam números grandes: 8 a 30, raramente menor que 8
57. só ocorrem bases com número pequeno de células
58. só ocorrem bases com número grande de células.
59. predominam bases unicelulares e/ou bicelulares (mais de 50%)
60. ocorrem bases com 1 - 30 células sem predominância
XVIII - Número de células no pedículo de articulação: *
61. uma célula
62. uma a quatro células
63. raramente mais que uma célula
XIX - Quanto ao pedículo de sustentação: *
64. pêlo séssil, sem pedículo de sustentação
65. pêlos com pedículo de sustentação predominantemente unicelular
66. pêlos com pedículo de sustentação 1, 2 ou 3 - celular
67. pêlos sésseis e pediculados na mesma folha (com pedículo predominantemente unicelular)
68. pêlos sésseis e pediculados na mesma folha (com pedículo 1, 2 ou 3 celular)
XX - Quanto ao número de células da parte aérea do pêlo: *
69. pêlos unicelulares e pluricelulares ramificados
70. pêlos pluricelulares ramificados
71. pêlos, além de outro tipo, também unisseriados pluricelulares
XXI - Tipos de pêlos quanto à organização dos ramos: *
72. pêlos dispostos em tufos, arbustivos
73. empilhados um a um, predominantemente
74. pêlos dendríticos, arborescentes
75. tufos pediculados e arborescentes
76. tufos não pediculados e arborescentes
XXII - Quanto à espessura da parede dos pêlos: *
77. paredes espessas
78. paredes finas
XXIII - Quanto à forma dos ramos: *
79. aciculares
80. inflados

XXIV - Quanto à disposição dos pêlos em estratos:
81. formando apenas um estrato
82. formando mais de um estrato
83. formando um segundo ou terceiro estrato com ausência do primeiro (pêlos sempre pediculados)

• FOLHA EM CORTE TRANSVERSAL

XXV - Quanto ao número de estratos da epiderme adaxial: *
84. células sem divisões periclinais secundárias - epiderme uniestratificada
85. células com divisões periclinais secundárias - epiderme com tendência à estratificação ou estratificada
86. epiderme com camada subepidérmica muito diferenciada lembrando hipoderme
XXVI - Quanto à ocorrência de idioblastos cristalíferos no parênquima paliçádico:
87. freqüentes
88. raros
XXVII - Quanto à ocorrência de idioblastos cristalíferos na última camada do parênquima lacunoso: *
89. presentes
90. ausentes
XXVIII - Quanto à ocorrência de células secretoras no mesofilo:
91. muito freqüentes
92. freqüentes
93. raras
XXIX - Terminações vasculares: *
94. constituídas por traqueídeos largos ou estreitos envolvidos por parênquima
95. constituídas por traqueídeos estreitos envolvidos por fibro-esclereídeos
XXX - Quanto à ocorrência de bainha de extensão parenquimática nas terminações vasculares:
96. presentes
97. ausentes

XXXI - Quanto ao tipo de estômato em vista frontal:
• com áreas polares livres de espessamento de fácil observação
• com áreas polares livres de espessamento não evidentes quando focalizados ao nível da parede periclinal externa

---

De cada tabela foi preparada uma matriz de similaridade fenética (Figura 88 - da primeira tabela). Da primeira matriz derivaram: um fenograma (Figura 89), um diagrama de círculo em que as espécies estão ligadas ao nível de 70% (Figura 91) e um gráfico de relação das espécies com o ancestral (Figura 92). Deste último foram obtidos por substituição da espécie pelo caráter tipo de estômato e tipo de pêlo, dois outros gráficos (Figura 93 e 94, respectivamente). Da segunda matriz foi realizado apenas um segundo fenograma (Figura 90).

O fenograma da primeira tabela (Figura 89) que envolveu todos os caracteres, mostra um grupo de espécies bem distintas das demais e um agrupamento de parte das espécies com estômato tipo "multinervia", a um nível de similaridade de 74% enquanto neste nível as espécies com estômato tipo "elongata" mostram afinidade apenas entre pequenos grupos de espécies.

Já o fenograma da segunda tabela (Figura 90) da qual participaram caracteres mais constantes, de "maior peso taxonômico" evidencia uma nítida separação entre as espécies de estômato tipo "multinervia" e "elongata". Da mesma forma aponta a presença de espécies com estômatos tipo "multinervia" que estão bem isoladas das demais.

A existência de dois grandes grupos está caracterizado também no diagrama de círculo, onde o tipo de estômato pode ser indicado como elemento de distinção entre os grupos (Figura 91).

O gráfico de relacionamento da espécie com o ancestral hipotético (Figura 92) indica as espécies mais antigas (mais próximas do ancestral), bem como aquelas mais derivadas (mais distantes do ancestral).

A substituição do número da espécie pelo caráter tipo de estômato (Figura 93) identifica uma evolução paralela dos dois grupos de estômatos e que espécies com estômatos do tipo "multinervia" estão mais próximas do ancestral.

Já a substituição do número de espécies pelo caráter tipos de pêlos indica uma linha de diferenciação de pêlos sésseis mais próximos do ancestral, seguidos de pêlos séssil/pediculado (os dois ocorrendo numa mesma folha) e com pêlos pediculados ocupando em geral o extremo oposto ao ancestral (Figura 94). Além deste aspecto evolutivo da estrutura de pêlos sésseis para pediculados, observa-se que, basicamente, as espécies com pêlos sésseis que se situam em posição oposta ao ancestral são aquelas cujos pêlos têm paredes delgadas, aspecto inflado e em geral ocorrem densamente sobre a epiderme abaxial.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

I. Considerações sobre a estrutura anatômica da folha:

As folhas das espécies do gênero *Virola* possuem uma grande quantidade de caracteres que, face à constância de ocorrência, por um lado são importantes, pois indicam o significado destes na adaptação ao ambiente; por outro lado por consistirem, decorrentes da citação anterior - constância, bons elementos para avaliação taxonômica do grupo.

Além disto, a ampla variedade de distribuição e forma de estruturas, dentro de um mesmo indivíduo ou entre indivíduos diferentes, afora permitir o estabelecimento dos possíveis caminhos de evolução de estruturas dentro do grupo, são elementos valiosos por representarem a dinâmica do processo adaptativo/evolutivo passo a passo - a história anatômica.

Indo mais longe, levantaríamos a questão se o quadro de adaptações reflete a Amazônia no passado, ao tempo do estabelecimento do gênero ou requisitos para a manutenção do mesmo, ao longo do tempo na região.

Para melhor clareza na discussão, os tecidos e estruturas são, a princípio, analisados isoladamente, assim:

A - EPIDERME ADAXIAL:

Nesta são quatro os aspectos considerados mais relevantes:
1. o contorno das paredes anticlinais reto ou ondulado por projeções do lúmen celular;
2. a presença e características dos pêlos;
3. a ocorrência de divisões celulares secundárias;
4. a presença de estruturas secretoras aflorando na epiderme.

1. Quanto às paredes anticlinais:

Dos 47 binômios estudados, 44,7% possuem a parede reta, enquanto 55,3% têm a parede ondulada por projeções do lúmen celular, cujas ondulações só ocorrem ao nível da parede periclinal externa, junto à cutícula, mais internamente o contorno da parede sendo reto. Todas as espécies com paredes retas têm estômatos tipo "multinervia", o inverso não ocorre, isto é, há espécies com estômato tipo "multinervia" que têm paredes onduladas. Todas com estômato tipo "elongata" têm paredes onduladas por projeções.

Sitholey (1971) refere-se a estas ondulações para *Mangifera indica e Mimusopsis elengi* como conseqüência da cutinização profunda da célula epidérmica.

A impressão que se tem, no entanto, é de que estas ondulações resultam de uma ação mais dinâmica da célula de emitir projeções durante o período de expansão, mesmo porque a cutinização profunda se referir-se a nível de penetração, pode ocorrer até na periclinal interna sem corresponder a uma ondulação da periclinal externa.

Este tipo de ondulação ocorre mesmo em plantas primitivas. Pant & Khare (1971) descrevem as células epidérmicas de *Tmesipteris tannensis* (Psilotales) como de paredes onduladas e na fotomicrografia da Prancha 1-D do mesmo trabalho, podem-se observar as ondulações junto à parede periclinal externa atravessadas por um traço reto mediano que corresponde às paredes anticlinais retas e, naturalmente, ao contorno da periclinal interna, sendo este o aspecto típico da parede ondulada por projeções.

Da mesma forma, pelas fotomicrografias de Baranova (1972 - Figura 10 - epiderme superior e Figura 8 - epiderme inferior) as espécies de Winteraceae - *Bubbia auriculata* e *Tasmannia piperita* possuem paredes onduladas ao nível da cutícula e retas próximo à parede periclinal interna.

Em vários outros trabalhos, pode deduzir-se pelas fotomicrografias a ocorrência de paredes onduladas por projeções, que tanto pode ser na epiderme superior ou inferior ou em ambas, como por exemplo, Paula (1974) em *Calophyllum brasiliensis* (Foto 2 - epiderme superior e Foto 1 - epiderme inferior) e Paula (1976) em *Carapa valioi* aff. *macropoda* (Foto 11 e Figura 5-E), ambas Guttiferae; Vattimo (1975), em várias espécies de *Aniba* (Lauraceae): *A. riparia* (Fotos 5 e 6), *A. fragrans* (Foto 8), *A. permollis* (Foto 16) e *A. parviflora* (Foto 18); Vilhena (1978) em *Endopleura uchi* (epiderme superior e inferior, várias fotos) e *Humiriastrum cuspidatum* (Figura 10 - A principalmente) - Humiriaceae. Assim paredes onduladas por projeções aparentemente têm uma ocorrência ampla entre as plantas.

Apesar desta última consideração e de já em 1908 Solereder ter citado aspectos descritos por Vesque da folha de Anonaceae, entre os quais "em certas espécies de *Artabotrys, Xylopia* e *Anona,* as paredes laterais das células epidérmicas aparecem onduladas em foco superior, retas em foco inferior", o que corresponde às referidas projeções, a resolução de que estas ondulações são resultantes de projeções do lúmen celular aparecem claramente no trabalho de Smith *et al.* (1974) sobre uma espécie de Hipocrateaceae de Santa Catarina - *Peritassa calypsoides.*

Napp-Zinn (1973) faz referência a estruturas semelhantes dentro do tópico ectodesmos, porém não trata da correlação destas com paredes onduladas.

Provavelmente, uma grande quantidade de plantas, cujas paredes das células epidérmicas foram descritas como onduladas, têm esta ondulação resultante de projeções do lúmen celular, uma vez que em certas epidermes é até mesmo difícil observar tais projeções em si. O corte paradérmico associado ao corte transversal da folha e epiderme dissociada são essenciais para tal conclusão. Em *Virola*, em muitos casos, as projeções estão dispostas tão verticalmente e a cutícula que as recobre é tão fina, que as projeções podem ser observadas em vista frontal, como regiões claras dispostas nas margens das células.

Dentro dos gêneros americanos de Myristicaceae, as informações que se tem em relação às paredes anticlinais são:

- em *Otoba*, as sete espécies que compõem o gênero têm paredes retas (Braga *et al.*, inédito);
- em *Osteophloeum*, com apenas duas espécies, uma delas, *O. platispermum* possui células da epiderme adaxial com paredes onduladas por projeções do lúmen celular, enquanto em *O. sulcatum*, de dois espécimes, um tem paredes retas, já o outro tem paredes onduladas por projeções (Braga & Monteiro, inédito);

- em *Compsoneura*, Sousa (1989) verificou em todas as 12 espécies, a existência de paredes onduladas, sendo que 8 destas têm paredes onduladas por projeções do lúmen celular na cutícula, enquanto as outras 4, além deste caráter, têm as paredes anticlinais próximas à periclinal interna, também onduladas mas sem ser por projeções.

Koster & Baas (1981) trabalhando com os gêneros asiáticos de Myristicaceae, citam a presença de células com "paredes sinuosas em foco superior e retas a levemente encurvadas em foco inferior" ou "paredes anticlinais sinuosas em foco (muito) superior e retas a ligeiramente encurvadas em foco inferior" e que em corte transversal da folha mostram a parede periclinal externa recortada, correspondendo às áreas finas de cutícula vistas frontalmente, da seguinte forma:

- em *Gymnacranthera*, 5 das 6 espécies que constituem o gênero têm paredes onduladas por projeções;

- em *Horsfieldia*, das 8 espécies estudadas (o gênero é constituído de 50 espécies), a metade tem paredes onduladas por projeções, 3 espécies têm paredes retas e em *H. sylvestris* ocorre variação deste caráter entre espécimes diferentes;

- em *Knema* e em *Myristica*, nas 31 e 13 espécies estudadas das 83 e 72 que totalizam cada gênero respectivamente, todas têm paredes onduladas por projeções.

Em 1908, Solereder relacionava paredes laterais onduladas com espécies que crescem em habitats úmidos, enquanto paredes retas são comuns em espécies que ocupam habitats secos. Recentemente, Wilkinson (1979), revendo a questão, lembra que tem sido encontrada uma relação entre sinuosidade da parede e exposição da folha à luz solar, isto é, a sinuosidade sendo freqüente em folhas de sombra.

Em geral as espécies de *Virola* com paredes retas são plantas cuja altura média lhes permite mais exposição à luz, cumpre lembrar aqui que muitas espécies são emergentes na floresta amazônica. Em oposição, as espécies de paredes onduladas têm um porte menor, porém mais informações de coleta de material são necessárias para melhor avaliar esta correlação (considerando o tipo de vegetação, a altura desta, se a planta ocorre em várzea ou igapó onde a exposição à luz pode estar ou não mais intensificada).

No que concerne ao papel destas projeções, lembra-se que, entre outras possibilidades, a ondulação da parede lateral pode, conforme Haberlandt (1928) representar um melhor "encaixe" das células epidérmicas, qualificando mecanicamente a epiderme contra "stress" por tensão. Estas ondulações, por outro lado, constituem um aumento na superfície de contato não só caracterizando o melhor encaixe, como citado por Haberlandt, mas significando também maior superfície de troca, de comunicação entre células vizinhas.

No caso das ondulações por projeções do lúmen celular em que as áreas de maior contato por aumento de superfície em comum estão restritas à superfície foliar junto à cutícula, percebe-se que seria muito válido e profícuo um investimento no estudo da ultraestrutura e significado funcional destas projeções.

2. Quanto aos pêlos:

Os pêlos da epiderme adaxial em *Virola* talvez tenham uma função específica de proteção da folha nova, pois a maioria das espécies têm a epiderme adaxial glabra nas folhas adultas e pilosa quando nova.

Apenas duas espécies, *V. decorticans* e *V. guggenheimii*, mantêm os pêlos nesta epiderme em folhas adultas.

Com exceção destas duas espécies onde a manutenção do pêlo poderia ser questionada como uma retomada da função de proteção, as demais têm as bases (células ao nível da epiderme) em geral em pequena quantidade por área, com número reduzido de células, mas relativamente constantes.

Em *V. decorticans* e *V. guggenheimii* os pêlos mantidos são, principalmente nesta última espécie, pelo aspecto - de paredes espessas, com ramos ponteagudos - pequenas armas contra a herbivoria.

Sousa (1989) cita a presença de pêlos decíduos em todas as 12 espécies estudadas de *Compsoneura* e Koster & Baas (1981) referem-se a "pêlos presentes, ao menos nas folhas jovens, nas superfícies adaxial e abaxial ou somente na superfície abaxial...", para as espécies asiáticas de Myristicaceae.

3. Quanto à ocorrência de divisões secundárias nas células da epiderme:

Em corte transversal, muitas espécies, basicamente aquelas que têm estômatos tipo "multinervia" apresentam divisões secundárias periclinais e anticlinais, cuja ocorrência varia entre rara, freqüente ou constantemente entre as espécies. Merece destaque o paralelismo de presença destas divisões secundárias nas papilas da epiderme abaxial da mesma folha.

Em algumas espécies como *V. surinamensis,* em várias amostras de herbário, pôde-se observar a constância de ocorrência destas divisões em indivíduos diversos, bem como uma estratificação bem diferenciada; já em *V. dixonii* a presença de uma camada subepidérmica de células distintas, principalmente pela posição não ordenada com a camada externa sugere uma hipoderme, porém a tendência às divisões secundárias no gênero aliada à presença de divisões secundárias nas papilas da epiderme abaxial da mesma folha reforça a identificação desta camada como parte de uma epiderme estratificada. Evidentemente estudos ontogenéticos comprovariam a natureza da mesma.

Warburg (1987) fez referência a uma camada subepidérmica em *Dyalianthera (= Otoba).*

Em *Compsoneura,* Sousa (1989) não observou tendência à estratificação porém refere-se à presença de uma provável hipoderme em *C. atopa.* Já Koster & Baas (1981) citam uma hipoderme adaxial como uma camada contínua de células translúcidas, distintas da epiderme, para algumas espécies de *Horsfieldia* e *Myristica.* Em algumas espécies de *Knema* e espécimes de *M. guatteriifolia* a hipoderme é desenvolvida apenas localmente, especialmente junto às nervuras mediana e maiores entremeada com o parênquima paliçádico.

Na literatura em geral, a estratificação da epiderme é apontada como uma estratégia para esconder o parênquima clorofiliano da luz excessiva ou para adicionar às funções da epiderme a de reservar água.

Rodrigues (1980) cita a preferência de *V. surinamensis* por lugares pantanosos e férteis, ilhas baixas e quase toda a zona fluvial do Acre, Amazonas e seus afluentes, acompanhando as margens dos rios, igarapés, furos e paranás até onde a terra possa ser alagada, limitando-se à mata periodicamente inundável. "... Não ocorre geralmente nos rios de água preta ..." Além disso refere-se à *V. surinamensis* como uma essência heliófila e uma das mais amplamente dispersas ultrapassando inclusive as fronteiras, sendo "a única até então conhecida que se estende para o norte pelo arquipélago das Antilhas até Guadalupe".

Em relação à *V. dixonii,* não se dispõe de muitas informações quanto ao habitat, a não ser que o material estudado é proveniente de um bosque úmido tropical de Esmeraldas (no litoral do Equador).

Ainda que as informações a respeito sejam esparsas, é importante levar em consideração a tendência à estratificação não como um caráter essencial para o estabelecimento do gênero já que sua ocorrência é esporádica, mas talvez importante para melhor qualificar uma espécie, como por exemplo, *V. surinamensis* para ocupar outros ambientes. Por outro lado, o fato de apresentar uma tendência representa a possibilidade fenética "accessível" para exploração do caráter, utilizada de forma maior ou menor numa ou noutra espécie.

4. Quanto à presença de estruturas secretoras na epiderme:

São comuns no gênero *Virola* aberturas de canais secretores na epiderme, representadas por uma pequena região onde a cutícula é muito mais delgada ou talvez até mesmo interrompida. Em corte transversal da folha são encontrados comumente junto aos feixes vasculares, principalmente na extremidade do lado do xilema, onde ora atravessam por entre as células do parênquima paliçádico atingindo a superfície epidérmica, ora percorrem a folha em sentido contrário. Desconhecendo a natureza do conteúdo e com poucas informações mesmo sobre as características estruturais e ultraestruturais destes canais, torna-se limitada alguma discussão a respeito, até para nomeá-los como secretor ou excretor.

Nestas circunstâncias permite-se apenas pensar que representam um caráter mais importante taxonomicamente a nível de subfamília, pois foram encontrados por Sousa (1989) em todas as espécies de *Compsoneura* no mesofilo, enquanto somente em *C. racemosa* atingem a epiderme. Naturalmente, com mais dados, estudos feitos através de cortes seriados em diversos planos, somados à análise ultraestrutural poderiam contribuir para a caracterização de

níveis taxonômicos diversos, bem como avaliação do conteúdo e assim levantar informações importantes para a fisiologia e ecologia, essencialmente levando em consideração a riqueza da entomofauna e adequabilidade do meio para a proliferação de fungos que existem na Amazônia.

Koster & Baas (1981) encontraram estruturas peculiares em espécimes de *Knema* e *Myristica* como as descritas acima para *Virola*, que, acreditam, poderiam ser os sacos taniníferos citados na literatura, porém reconhecem a impossibilidade de identificá-los a partir de material herborizado.

Garratt (1933) observou a ocorrência de tubos taniníferos nos raios do xilema de todas as Myristicaceae que estudou, contudo, estes tubos não possuíam pontuações, ao contrário daqueles da folha de *Virola*. Metcalfe & Chalk (1950) citaram sacos taniníferos alongados nos feixes vasculares de Myristicaceae, mas sem detalhes.

Além dos canais secretores, células secretoras podem ser encontradas aflorando na epiderme. Têm maior ocorrência na epiderme abaxial, tanto em número por área como em número de espécies em comparação com a epiderme adaxial. Em compensação, em *V. micrantha* e *V. gardneri* as células que afloram na epiderme adaxial o fazem de tal forma, parcialmente encobertas pelas células vizinhas com um reforço cuticular nas anticlinais, o que confere à região da célula secretora em vista frontal, um aspecto diferenciado evidenciando um investimento maior em organização (ver a discussão a respeito em Mesofilo - células secretoras).

Outros caracteres da epiderme como espessura e ornamentação da cutícula, altura e largura das células epidérmicas, entre outros, não foram aqui relatados, visto que são mais variáveis, obrigam a análise de maior amostragem de material, bem como de material de preferência fresco e fixado, já que a reidratação nem sempre é perfeita, ocasionando a leitura de medidas não reais.

B - EPIDERME ABAXIAL:

Como na epiderme adaxial, são discutidos apenas os aspectos considerados mais relevantes:

1. características dos estômatos

2. a presença e características dos pêlos

3. a presença de papilas

4. a presença de divisões celulares secundárias nas papilas

5. o contorno das paredes anticlinais reto ou ondulado, com ondulações resultantes ou não de projeções do lúmen celular

6. a presença de estruturas secretoras aflorando na epiderme

1. Quanto às características dos estômatos:

Da quantidade relativamente grande de folhas estudadas dentro de um mesmo indivíduo (trabalho realizado à parte, inédito, com material obtido de forma padronizada, de várias regiões da copa, várias regiões dentro da folha), entre indivíduos diferentes (provenientes de coletas diferentes depositadas no herbário do INPA) e nos 47 binômios analisados, foi possível reconhecer-se dois tipos básicos de estômatos:

- estômato tipo "multinervia" observado pela primeira vez em *V. multinervia,* que se caracteriza por estar nivelado externamente com as células subsidiárias e epidérmicas, quando não papilosas e pelas características do espessamento da parede e formato do lúmen, assemelha-se aos estômatos de Cyperaceae e Gramineae - constituindo um estômato graminóide (Braga 1984), com uma particularidade de ter o espessamento da parede periclinal externa cutinizado.

Comumente as espécies que possuem estômato tipo "multinervia" têm papilas que encobrem as células-guardas em geral (ver tópico sobre papilas).

- estômato tipo "elongata" observado pela primeira vez em *V. elongata,* difere do primeiro por encontrar-se quase que totalmente imerso nas células subsidiárias e por não ter a parede periclinal externa cutinizada.

Dentro do gênero *Virola* este tipo de estômato ocorre nas espécies da Secção *Oxyanthera* de Warburg (1897) com exceção de *V. calophylla, V. calophylloidea, V. lepidota* e *V. macrocarpa,* enquanto o primeiro, estômato tipo "multinervia", está presente em todas as espécies da Secção *Amblyanthera* de Warburg com exceção de *V. urbaniana.*

Afora as exceções, este resultado comum na subdivisão do gênero, baseado em caracteres diferentes, de órgãos diferentes, vegetativo (folha - estômato) e reprodutivo (flor - androceu), não pode ser entendida como mera coincidência, porém estas estruturas reforçam-se como caracteres taxonômicos. Naturalmente, torna-se necessário compreender o significado destas estruturas para estas plantas, principalmente levando em consideração o ambiente amazônico ao tempo de expansão adaptativa/evolutiva destes componentes.

Na Figura 93, que mostra a relação das espécies com o ancestral hipotéti-

co, pode verificar-se que as espécies com estômatos do tipo "multinervia" evoluíram paralelamente às espécies com estômato tipo "elongata". Considerando que em ambos os casos há uma similaridade de produto, isto é, ambos os grupos escondem seus estômatos, seja por papilas, seja por células subsidiárias, torna-se mais importante avaliar o porquê de esconder os estômatos e não a forma como foi feito. A estratégia de esconder estômatos é conhecida como adaptação à economia de água, o que aparentemente soa como incoerência visto a tão conhecida disponibilidade de água na Amazônia. Porém, existem meses de seca na região que podem ter uma repercussão maior, constituir um ponto crítico que seja mais limitante do que para uma planta com menor disponibilidade de água, mas contínua ao longo do ano.

Ao julgar a hipótese acima como plausível, como correta a interpretação de esconder estômatos como estratégia à limitação da água e adicionando-se o conhecimento da importância da água para as plantas, reavalia-se a forma distinta de esconder estômatos caracterizando dois grupos, como de grande valor para a taxonomia, naturalmente lembrando serem caracteres constantes em ocorrência, em virtude de se concluir ser esta adaptação vital para a existência ou sobrevivência do gênero na região.

Nos demais gêneros americanos de Myristicaceae, até então temos:

- estômato tipo "elongata" - foi encontrado em todas as *Otoba* (Braga *et al.*, inédito) e em 1/3 das espécies de *Compsoneura* (Sousa 1989). Neste último gênero com uma variante - não está escondido pelas células subsidiárias).

- estômato tipo "multinervia" - foi encontrado em *Osteophloeum* (Braga & Monteiro, inédito), *Iryanthera* (sem informação de quantidade) e em 2/3 das espécies de *Compsoneura* (Sousa 1989) - neste último gênero também com uma variante - a presença de estrias radiais, quando observadas em vista frontal da célula-guarda, além de não estar escondido sob papilas.

Koster & Baas (1981) referem-se às células-guardas freqüentemente "embebidas" nas células subsidiárias, mais conspicuamente em *Gymnacranthera* e *Knema,* nestas numa seção perpendicular ao poro, as células subsidiárias envolvem totalmente as células-guardas, exceto os lados do poro. Citam a dificuldade de observar o complexo estomático nas espécies de *Knema* devido à sua ocorrência num nível inferior ao das células epidérmicas, o que os cortes transversais esclarecem ao mostrar o complexo estomático fortemente submerso, com uma cutícula fina, encoberto por papilas mais ou menos orientadas horizontalmente oriundas das células vizinhas. Em *Myristica* o complexo estomático "submerso" está parcialmente encoberto por papilas mais ou menos eretas das células epidérmicas vizinhas.

Comparando os resultados obtidos com *Virola* e aqueles de Koster & Baas, realça-se a importância das características dos estômatos - estarem escondidos, para parte da família, visto que foi uma adaptação tanto das espécies americanas como das espécies asiáticas que também crescem na floresta pluvial tropical. Verifica-se, porém, que a resposta adaptativa foi mais redundante nas espécies asiáticas, porquanto utilizam os requisitos que as espécies americanas desenvolveram separadamente (esconder estômatos ou pelas células subsidiárias ou por papilas), em conjunto, como por exemplo em *Knema.* Naturalmente estas observações incitam ao conhecimento anatômico foliar das espécies africanas, além de uma boa complementação das demais no sentido de contribuir para caracterização da distribuição dos gêneros por volta da época da separação dos continentes.

Ainda em relação aos estômatos, deve-se considerar como importante a variação numérica existente entre as espécies de *Virola* que se situa entre 147,5 a 855,5 por mm², enquanto Sousa (1989) encontrou cerca de 50,4 a 408,5 por mm² entre as espécies de *Compsoneura.* Ainda este autor observou uma relação inversa entre tamanho e freqüência, isto é, quanto maior o estômato, menor a freqüência. Esta relação não ocorre em *Virola,* onde a variação de freqüência é muito maior, ao passo que o tamanho dos estômatos geralmente é regular.

Por outro lado, um dado interessante surge ao comparar os gêneros *Virola* e *Compsoneura* quanto ao tamanho: Sousa encontrou de 9,5 a 25,5 um para a largura e 23,5 a 50,0 um para o comprimento do estômato, em *Virola* estas mesmas medidas situam-se entre 11 a 18 um e 18 a 33 um respectivamente. Assim com exceção das menores medidas para comprimento encontrada em *Virola,* as medidas de *Compsoneura* englobam aquelas em amplitude de variação, enquanto com relação à freqüência os números mínimo e máximo de *Virola* correspondem ao dobro daqueles de *Compsoneura.* Desta forma uma relação inversa entre tamanho e freqüência do estômato não se manifesta entre os dois gêneros. Sem dúvida alguma para avaliar estes dados, além de outras informações, essencialmente as medidas de cunho fisiológico, é necessário levar em conta as características dos estômatos estarem escondidos, a presença de espessamento cutinizado ou não das paredes periclinais interna e externa, bem como em determinadas espécies a repercussão da pilosidade excessiva.

Koster & Baas (1981) citam variação no tamanho dos estômatos das espécies asiáticas estudadas de 18 a 21 mm para a largura e 15 a 39 um para o comprimento, porém não fazem referências à densidade.

2. Quanto aos pêlos:

Warburg (1895) já reconhecia a importância dos pêlos para a família Myristicaceae, de tal forma que os descreveu minuciosamente, salientando entre outros aspectos as alterações na direção dos planos de divisão celular que promoveram o desenvolvimento de um pêlo "com crescimento simpodial para monopodial".

Em *Virola* os pêlos são redundantes em informações: freqüência por área, tamanho, variação ou não de formas na mesma folha, bem como a variação das suas partes estruturais - base, pedículo de articulação, pedículo de sustentação, ramos e mesmo em resultados indiretos como por exemplo a relação do número de pêlos por número de estômatos por área.

Parecem ter em *Virola,* ao comparar com outros gêneros, o máximo de investimento em explorar as possibilidades de formas dentro do padrão "uniarmado" (= cada célula emite apenas um ramo).

Estudando esta variabilidade de pêlos no microscópio, através de epidermes dissociadas, raspagens com estilete e cortes transversais seriados da folha, pode-se tirar algumas conclusões, sem sequer supor ter esgotado o assunto:

- em todo o gênero a parte aérea "ramificada" é, dentro da classificação de Warburg (1895), constituída de pêlos uniarmados (einschenkenlige);

- pêlos com parte aérea bem desenvolvida têm pedículos e partes basais também mais desenvolvidos;

- a evolução estrutural dos pêlos em *Virola* pode ser aceita como a apresentada na Figura 95, tomando como base uma seqüência lógica de estrutura simples para complexa, onde mostram uma tendência à formação de tufos, seguida ou não de um desenvolvimento posterior de um eixo vertical, unisseriado, que pode ou não conter um pedículo de sustentação.

Podem observar-se duas linhas prováveis de desenvolvimento que possibilitam funções diferentes:

• os pêlos se diferenciaram como estruturas protetoras contra ataque de insetos já nos primórdios foliares, apresentando assim paredes espessas, porções distais dos ramos ponteagudos com aspecto "espinhento", com um crescimento predominantemente vertical, culminaram esta tendência com pêlos pediculados (portadores de um pedículo de sustentação).

• os pêlos se diferenciaram como estruturas relacionadas à economia de água, constituindo-se com ramos inflados, de paredes delgadas, número grande de pêlos por área, caracterizando um crescimento horizontal no sentido de cobrir a superfície foliar. Reduziram suas bases comumente a uma única célula, redução esta considerada como resultante de uma alteração funcional, não imbuída de um sentido de primitividade estrutural, mas decorrente de readaptação funcional.

Dentre as espécies de *Virola* enquadradas nos dois grupos de estômatos ocorrem paralelamente: espécies cujos pêlos aparentemente estão mais relacionados com proteção contra a herbivoria (maior número de espécies) bem como espécies cujos pêlos atuam vinculados à economia de água (menor número de espécies), isto é, tanto no grupo com estômatos tipo "multinervia" quanto no grupo com estômatos tipo "elongata" há espécies com um tipo ou outro de pêlo.

Dentro destes grupos distintos pelos estômatos ocorrem também paralelamente espécies com pêlos sésseis, espécies com pêlos sésseis e pediculados e com apenas pêlos pediculados (esta afirmativa é feita com certas restrições para o grupo de estômato tipo "elongata", onde os pêlos sésseis encontrados em *V. divergens* e *V. cuspidata* provavelmente se originam da região da nervura - que podem ser diferentes daqueles do limbo, os quais não foram objeto deste trabalho, mas que durante a raspagem poderiam se misturar aos demais).

Na Figura 94 observa-se que as plantas mais relacionadas com o ancestral são aquelas com pêlos sésseis, o que caracteriza este tipo como básico e precursor dos demais, enquanto as plantas com pêlos pediculados ocupam uma posição oposta, ou seja, que mais se distanciam do vértice do ângulo. As plantas com pêlos sésseis e pediculados na mesma folha ocupam uma posição intermediária, traduzindo uma etapa seqüencial de um processo evolutivo - do simples para o complexo. Interessante é verificar que as plantas com pêlos sésseis que mais se distanciam do ancestral são aquelas com pêlos de paredes finas,comumente inflados, com grande freqüência na epiderme - os pêlos relacionados com a economia de água. A posição destas plantas com pêlos sésseis, distantes do ancestral por apresentarem pêlos com função diferente dos demais, suporta a hipótese de que, num dado momento, a questão de economia de água voltou a fazer pressão, a ponto de alterar a função do pêlo, aparentemente subtraindo uma proteção contra a herbivoria típica do grupo.

A relação próxima entre número de pêlos X número de estômatos nas espécies com pêlos de paredes delgadas (Gráfico 1) pode talvez equivaler à encontrada entre estas estruturas e alterações do habitat de terrestre para epífitas em Bromeliaceae por Tomlinson (1969), o que identifica, nesta família, a importância da diferenciação dos pêlos como estruturas relacionadas com a economia de água, para o que concorre não apenas alterações qualitativas como também quantitativas.

Assim os pêlos em *Virola* poderiam significar:

- pela amplitude de ocorrência e representatividade de um processo evolutivo, um segundo parâmetro (o primeiro representado pelos estômatos) para orientar grupamentos taxonômicos. Desta forma cada grupo de estômatos estaria representado por subgrupos quanto à presença de pêlos sésseis, sésseis e pediculados na mesma folha e pediculados;

- por constituírem um segundo investimento na diferenciação de estruturas ligadas ao processo de economia de água, um argumento para reforçar a conclusão de que as *Virolas*, na Amazônia, têm problemas com falta de água.

E como a água pode representar um fator limitante (da mesma forma como a herbivoria) para a própria sobrevivência da planta, é natural que ocorra a fixação destes caracteres - estômatos e pêlos, ligados à economia de água e proteção contra a herbivoria, ocorra a nível de genótipo e sejam decorrentes deste fato importantes caracteres taxonômicos.

Em *Compsoneura*, Sousa (1989) encontrou pêlos persistentes completos apenas na epiderme abaxial. Como em *Virola*, distinguem-se nestes pêlos: a base, entre as células epidérmicas, um pedículo de articulação, um pedículo de sustentação e ramos de paredes delgadas.

A organização dos ramos constitui um elemento importante para a separação dos pêlos em dois grupos já conhecidos desde Warburg (1895): pêlos uniarmados ou unirramosos, como já citados para *Virola*, em que cada célula só origina um ramo e pêlos birramosos ou biarmados no qual cada célula origina dois ramos, como num pêlo malpiguiáceo. Em *Compsoneura* ocorrem os dois tipos.

Apesar de *C. atopa* apresentar uma densidade efetiva de pêlos, estes mostram-se importantes quando, juntamente com o caráter epiderme esclerificada ou não e tipo de estômato, dividem o gênero *Compsoneura* em dois grupos distintos. Realça-se aqui, o efeito de "casamento" dos caracteres que evidentemente tem um significado genético mais elaborado, o que, por exemplo, não ocorreu em *Virola*, isto é: em *Compsoneura* um grupo anatômico constitui-se por ter o estômato tipo "debilis" (semelhante ao tipo "multinervia" de *Virola*), células epidérmicas não esclerificadas e pêlos unirramosos enquanto o outro grupo possui estômato tipo "capitellata" (como o tipo "elongata"), células epidérmicas esclerificadas e pêlos com células birramosas - sem intermediações de caracteres - os dois grupos sendo então muito bem definidos anatomicamente.

Como também foi observado em *Virola* nas espécies com pêlos de paredes delgadas, Sousa (1989) encontrou bases de pêlos principalmente unicelulares nas espécies de *Compsoneura* (que em geral tem pêlos de paredes delgadas) definindo a base como um componente maleável, um suporte que varia conforme o porte do pêlo.

Em *Osteophloeum* os pêlos são uniarmados (Braga & Monteiro, inédito) e em *Otoba* exibem não somente o padrão biarmado, mas mostram em algumas espécies a tendência de células distais serem tri a multiarmadas o que configura uma forma diferente de crescimento horizontal, nova para a família, através de um pêlo escamiforme que é por princípio muito mais eficiente para atuar em função da economia de água (Braga *et al.*, inédito).[4] Este investimento nos pêlos de *Otoba* reafirma ainda mais a posição de considerar a água como um fator limitante para a família na Amazônia.

Koster & Baas (1981) encontraram pêlos birramosos nas espécies de *Gymnacranthera* e *Myristica,* enquanto unirramosos para as espécies de *Horsfieldia* e *Knema.* Em geral (exceção para algumas espécies de *Knema*) os pêlos têm paredes delgadas e bases principalmente unicelulares e densidade variável, maior em espécies de *Myristica.*

Desta forma, novamente se enfatiza a necessidade de estudos nos demais gêneros americanos e aqueles africanos, bem como de informações complementares dos asiáticos para a compreensão do significado destes caracteres em toda a família, o que concorreria para empreendimentos sobre a fisiologia, ecologia, filogenia e conseqüentemente uma taxonomia mais bem fundamentada.

Metcalfe (1987) apresenta uma fotografia da epiderme abaxial de *V. loretensis* com um pêlo birramoso. Este tipo de pêlo não foi encontrado em nenhuma espécie de *Virola,* o que sugere um erro de identificação da espécie.

3. Quanto às papilas:

Em *Virola* ocorrem desde epidermes lisas, levemente papilosas, com papilas bem definidas, papilas bem diferenciadas com um "colo", papilas digitiformes, bem como aquelas que se soldam lateralmente formando "muralhas"

---

[4] A título de curiosidade, foram seccionados quadrados de folhas fixadas em álcool 70% de *V. elongata* e *Otoba glycicarpa,* em seguida colocadas numa estufa a 60º C até secarem por alguns minutos. Após, pingou-se sobre cada quadrado uma gota d'água. Na folha de *V. elongata,* nada aconteceu; na de *Otoba,* a gota foi imediatamente absorvida como se a folha fosse um mata-borrão.

em torno dos estômatos. Entre estas últimas mais diferenciadas é comum a presença de divisões secundárias originando papilas com mais de uma célula, o que não é conhecido na literatura sobre papilas.

Este caráter é importante para a taxonomia, se avaliado com o conhecimento de sua amplitude de variação, bem como em última análise com a vinculação da sua importância funcional. Assim, na maioria das espécies da Seção *Oxyanthera* de Warburg, onde as epidermes são lisas ou levemente papilosas, este caráter é inconsistente, muito variável, ora ocorre, ora não, variação esta observável até numa mesma folha. Já na maioria das espécies da Seção *Amblyanthera,* onde as papilas revelam todo um investimento em formas diferenciadas, sua ocorrência é muito mais constante, sendo então sua presença considerada como um elemento importante para identificação taxonômica. Nesta Seção *Amblyanthera,* a diferenciação de papilas configura, pela forma como estas se direcionam sobre os estômatos (aquelas mais diferenciadas), como uma estratégia relacionada com economia de água. A presença de divisão secundária nas papilas de algumas espécies corrobora o significado da estratégia de esconder os estômatos.

Papilas não foram observados por Sousa (1989) em *Compsoneura,* mesmo naquelas espécies com estômato similar ao tipo "multinervia", porém foram encontradas em *Osteophloeum,* que possue este tipo de estômato (Braga & Monteiro, inédito) e por Koster & Baas (1981) na epiderme abaxial de muitas espécies de *Knema,* em *Horsfieldia iryaghedii* e em *Myristica gigantea* e *M. maingayi.*

Como papilas têm sido referidas como estruturas unicelulares, cita-se a seguir as principais diferenças encontradas entre estas e os pêlos em *Virola:*

- as papilas são totalmente revestidas por cutícula, enquanto os pêlos só têm cutícula até o limite do pedículo de articulação (pode ocorrer cutinização da parede celular da parte aérea de alguns pêlos, mas não uma camada cuticular);

- os pêlos sempre estão diferenciados em base, pedículo de articulação e ramos, enquanto nas papilas as células epidérmicas basais (no caso de papilas bi ou tricelulares) não mostram nenhuma alteração, isto é, são semelhantes às demais células epidérmicas no que se refere à forma, tamanho e coloração.

4. Quanto às divisões celulares secundárias:

Estas divisões que só foram observadas nas células com papilas, além da importância adaptativa de encobrir os estômatos são interessantes por mostrarem um paralelismo de atuação entre epiderme adaxial e abaxial. Apesar de estarem submetidas a pressões ambientais diferentes, utilizam o mesmo processo, concomitantemente, para atender a questões diferentes.

5. Quanto às paredes anticlinais:

Predominam na epiderme abaxial células com paredes anticlinais retas (mais de 90% dos binômios analisados) enquanto paredes onduladas sem projeções e por projeções são pouco freqüentes.

Considerando que estas superfícies estão comumente na sombra, seria de esperar, segundo as informações de Wilkinson (1979), que predominassem nestas as paredes onduladas, porém tal não ocorre, provavelmente pelo fato da presença de papilas ou pêlos em grande quantidade interferirem na resposta destas células ao meio ambiente.

Destaca-se neste aspecto, em oposição à ocorrência comum de paredes retas, a epiderme cujas células têm paredes muito onduladas e por projeções como em *V. gardneri* o que dada à elaboração - por projeção, pode fundamentar uma exploração taxonômica.

Em *Compsoneura,* Sousa (1989) descreve como sendo comum no gênero a epiderme abaxial com células onduladas por projeções, bem como por projeções mais ondulações de toda a parede anticlinal.

Koster & Baas (1981) citam flanges cuticulares ligeiramente sinuosas em algumas espécies de *Gymnacranthera* e *Horsfieldia,* enquanto os demais gêneros e espécies têm paredes mais ou menos retas.

Novamente a falta de informações mais apuradas bem como de uma interpretação funcional destas estruturas, impedem as discussões quanto ao caráter parede reta e ondulada, além da ondulação por projeção.

Como no caso da epiderme adaxial, muitos outros caracteres observados não foram aqui explorados pelas condições do trabalho, mas certamente contribuirão quando da avaliação mais completa da folha.

6. Quanto à presença de estruturas secretoras aflorando na epiderme:

Como na epiderme adaxial, são dois os tipos de estruturas secretoras que atingem a epiderme abaxial: canais secretores, para os quais são válidas as observações feitas para epiderme adaxial e células secretoras. As células secretoras, apesar de ocorrerem em maior número de espécies e mesmo em maior densidade na epiderme abaxial, têm esta ocorrência muito variável, ora estão presentes, ora não, às vezes na mesma folha, o que não lhes confere confiabilidade para a identificação taxonômica, porém são importantes no sentido de caracterizar um processo de alterações de ocorrência ou melhor adaptabilidade funcional, considerando-as como resultantes de uma "migração" de células secretoras do mesofilo. Neste aspecto podem refletir uma adaptação maior a um processo de defesa contra a herbivoria (ver mais discussão em Mesofilo - Idioblastos secretores).

Em *Compsoneura,* Sousa (1989) encontrou células secretores freqüentes na epiderme abaxial de *C. rigidifolia* e com menor freqüência em *C. excelsa.*

Koster & Baas (1981) citam a presença de células que julgam ser secretoras, semelhantes pela descrição às de *Virola,* comuns tanto na epiderme adaxial quanto na abaxial em espécies dos quatro gêneros asiáticos.

C - MESOFILO:

No mesofilo reconhece-se a possibilidade de explorar as características dos tecidos clorofilianos, principalmente nos casos extremos de variação, não somente visando à taxonomia, mas também à relação com o ambiente. No entanto, como foi observada em *V. calophylla* e *V. elongata* (material fresco-fixado de coleta padronizada de vários níveis da copa), a variação destes caracteres pode acontecer dentro do mesmo indivíduo, conforme a posição na copa, assim a representatividade destes dados é avaliada com limitações, dada à falta de informações quanto à origem do material herborizado.

Mesmo com as restrições acima, despertam atenção a expressividade do parênquima paliçádico de *V. subsessilis,* não só em número de camadas como também da altura das células, o que poderia ser justificado pelo ambiente em que cresce - é própria dos campos cerrados do Brasil Central (Rodrigues 1980), apesar de que outras espécies que se desenvolvem no mesmo habitat, como *V. sessilis* e *V. urbaniana,* não apresentam este parênquima tão desenvolvido.

Por outro lado, o parênquima não típico, com células curtas e largas de algumas espécies como *V. elongata, V. obovata* e *V. venosa,* talvez seja decorrente destas espécies, que constituem árvores pequenas, não se exporem à luminosidade, por não emergirem do dossel.

O número de camadas e grau de compactação do parênquima lacunoso naturalmente mostra variação entre as espécies que poderiam estar refletindo as condições do meio.

Em *Compsoneura,* Sousa (1989) observou que as folhas em geral têm parênquima paliçádico pouco diferenciado e que o parênquima lacunoso, tipicamente frouxo ou tipicamente compacto, tem algum valor diagnóstico para as espécies. Além disso, correlaciona a presença de parênquima lacunoso compacto na maioria das espécies que têm estômatos tipo "capitellata" (Grupo Anatômico II de *Compsoneura)* enquanto o parênquima frouxo ocorre nas espécies com estômato tipo "debilis" (Grupo Anatômico I).

Koster & Baas (1981) colocam o caráter parênquima lacunoso compacto ou não dentro de uma lista de caracteres que tem algum valor taxonômico e de diagnóstico a nível de espécies, mas somente em alguns gêneros.

Certamente os dados mais significantes do mesofilo são os que se referem à presença de idioblastos, aos três tipos principais já relacionados por Foster (1956): excretores (ou secretores), traqueodais e esclerenquimatosos.

Analisando cada um destes temos:

- Idioblatos com cristais: a existência de cristais lenticulares ou prismáticos, em maior ou menor quantidade, em células parenquimáticas comuns do mesofilo não sugere muita diferenciação, ao contrário, a presença de células diferentes em tamanho e forma, portadoras de grandes drusas de oxalato de cálcio, entre as células do parênquima paliçádico ou entre as células do parênquima lacunoso, sugere maior elaboração, maior investimento e provavelmente maior importância.

Em *Virola*, a presença de idioblastos com drusas de oxalato de cálcio entre as células do parênquima paliçádico constitui um caráter genérico, enquanto a presença de idioblastos semelhantes na última camada do parênquima lacunoso é um caráter específico e apenas algumas espécies, não próximas, o possuem. Já a presença de cristais em células comuns do parênquima clorofiliano parece variável.

Sousa (1989) cita cristais de oxalato de cálcio solitários ou agrupados e de formas variadas, prismáticas a aciculares em células comuns do mesofilo, bem como grandes drusas em idioblastos distintos entre as células do parênquima paliçádico restritas a algumas espécies, mas ressalta a necessidade de analisar maior quantidade de material para confirmar principalmente os casos de ausência de cristais em muitas espécies.

Koster & Baas (1981) relatam tanto idioblastos cristalíferos com grandes drusas no mesofilo da maioria das espécies asiáticas, sendo que em *Knema* e *Myristica* restringem-se ao parênquima paliçádico, - pequenas drusas nas células parenquimáticas comuns do mesofilo, no tecido fundamental da nervura principal bem como na epiderme e ainda cristais isolados com formas variadas, fusiformes, aciculares e prismáticos. Listam a posição de grandes drusas no mesofilo como um caráter de valor diagnóstico e taxonômico a nível de gênero, a presença de cristais peculiares na epiderme (em *Myristica* e *Knema)* como um caráter de algum valor diagnóstico e taxonômico a nível de espécie, sendo baixo o valor a nível de gênero, e, tamanho de drusas em *Myristica*, como de pequeno valor taxonômico e diagnóstico a nível de espécie ou variedade.

Quando se avalia estes resultados concomitantemente às prováveis funções destes cristais na planta, tomando como base a revisão feita por Franceschi & Horner, Jr. (1980) onde listam: produto final do metabolismo, remoção do excesso de Ca do sistema, processo de osmoregulação, armazenamento de cálcio ou oxalato, proteção contra animais e suporte mecânico, verifica-se a necessidade de delimitar mais profundamente a ocorrência destes cristais em Myristicaceae e principalmente, em que circunstâncias têm uma correlação tão premente com o meio, quando passam a ter importância taxonômica ampla como os idioblastos com grandes drusas de oxalato de cálcio. É curiosa a presença destas predominantemente entre as células do parênquima paliçádico e, às vezes, emergindo entre as células epidérmicas.

- Terminações vasculares (idioblastos traqueodais ou esclerenquimatosos): as terminações vasculares mais diferenciadas que se encontram em *Virola* - aquelas envolvidas por um reforço esclerenquimático, fibroesclereídeos, curtos e largos conforme a proximidade do fim da terminação, com muitas pontuações grandes e arrendondadas ou terminações imersas no parênquima comum e constituídas por traqueídeos largos e curtos foram também observadas por Sousa (1989) em *Compsoneura*. Em *Virola* as terminações com fibroesclereídeos encontram-se principalmente nas espécies com estômato tipo "elongata", enquanto aquelas com traqueídeos largos e curtos são comuns nas espécies com estômato tipo "multinervia". Já em *Compsoneura* as terminações com fibroesclereídeos ocorrem nas espécies com estômato tipo "debilis" (= multinervia), enquanto as terminações com traqueídeos largos e curtos aparecem nas espécies com estômato tipo "capitellata" (= elongata), isto é, o inverso do que foi encontrado em *Virola*.

Koster & Baas (1981) não fazem referências às terminações vasculares com detalhes.

Evidentemente, terminações com fibroesclereídeos pressupõem reforço, porém, quando se trata de fibroesclereídeos largos e curtos, em alguns casos mais propriamente um esclereídeo, com muitas e grandes pontuações, pode-se pensar numa dupla função - talvez a reserva de água da mesma forma como Tucker (1964), Lersten & Carvey (1974) e Zimmermann (1983) sugerem para os traqueídeos terminais grandes e curtos.

É possível pensar nestes fibroesclereídeos como uma grande caixa receptora da água que chega em traqueídeos compridos e finos.

Mauseth (1988) mostra na Figura 12.15 "fibroesclereídeos" semelhantes, para os quais sugere também a função de armazenamento de água.

Naturalmente são necessárias mais informações a respeito, quanto às suas características e ocorrência, para melhor compreensão e questionamento das possibilidades funcionais das mesmas.

- Idioblastos secretores (ver canais secretores em epiderme): as grandes células secretoras do mesofilo não só representam uma característica do gênero *Virola*, mas também da família Myristicaceae bem como de famílias relacionadas (Tabela 2).

Em *Virola*, apresentam uma grande variação na freqüência, tamanho e posição no mesofilo. Enquanto esta variação não estiver bem definida, é aconselhável a utilização deste caráter como específico, apenas considerando seus limites máximos e mínimos de ocorrência, isto é, encontram-se freqüentemente ou não.

Sousa (1989) diz que "estas células secretoras estão amplamente distribuídas no gênero e nas espécies em que elas aparecem, são quase sempre bastante comuns, excetuando *C. ulei*, onde são pouco freqüentes, raras ou mesmo faltam, como é o caso do espécime de *C. ulei* - INPA 104441".

Koster & Baas (1981) referem-se às células secretoras mais ou menos esféricas, grandes... encontradas no mesofilo e no tecido fundamental da nervura principal na maioria dos espécimes estudados, usualmente em grande freqüência, também em *Gymnacranthera*...".

Além disso, falam que há indicações de que em alguns casos o conteúdo destas células são semelhantes a taninos ou, no caso de *Horsfieldia iryaghedii*, até mesmo mucilaginoso. Ainda comentam que a presença dos pequenos idioblastos na epiderme provavelmente têm distribuição irregular e inconstante por espécie.

É interessante levar em consideração "a migração" das células secretoras do mesofilo para ambas as epidermes, caracterizando um meio termo evolutivo do caminho citado por Gottlieb & Salatino (1987) "... óleos essenciais são depositados em estruturas anatômicas que evoluíram de células oleíferas, cavidades e canais secretores a pêlos glandulares", no sentido de expor o conteúdo ao meio ambiente.

Evidentemente, é necessário estabelecer a natureza química do conteúdo destas células, tão referido na literatura como óleos essenciais, bem como avaliar as citações de taninos ou mucilagem, no sentido de determinar suas funções. Esta última possibilidade sendo bastante curiosa, pois representaria uma alteração considerável da natureza química e função deste tipo de célula, visto que óleos essenciais e taninos estão em geral relacionados com proteção contra herbivoria, enquanto mucilagem comumente, entre outros empregos, relaciona-se com reserva de água.

Tabela 2 - Algumas características de estruturas anatômicas de folhas[1] de Magnoliales, de acordo com Cronquist (1968).

Características	Magnoliaceae	Winteraceae	Annonaceae	Canellaceae	Myristicaceae	Hernandiaceae	Monimiaceae	Lauraceae	Degeneriaceae	Eupomatiaceae	Himantandraceae	Austrobaileyaceae	Lactoridaceae	Illiciaceae	Schisandraceae	Amborellaceae	Trimeniaceae	Gomortegaceae	Calycanthaceae
Epiderme superior:																			
- paredes retas	+			+	+		+			+								+	
- paredes sinuosas	+	+			+		+	+		+				+					
Epiderme inferior:																			
- paredes retas	+		+		+		+												
- paredes sinuosas	+	+					+			+								+	
Presença de papilas na epiderme inferior	+	+	+		+	+		+					+						
Hipoderme	+			+	+?	+	+	+										+	
Epiderme estratific.			+		+?														
Estômato:																			
- paracítico	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		?			+?		+	+	+
- anomocítico	+			+		+	+							+?		+?			
Células secretoras:																			
- no mesófilo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+?	+?	+	+
- na epiderme					+		+	+									+?	E Hipoderme	+
Esclereídeos no mesófilo		+			+						+								
Cristais		+		+	+	+	+				+					+	+	+	
Terminações vasculares imersas em:																			
- parênquima	+	+	+		+	+				+									
- esclarenquima	+	+	+		+	+	+	+			+					+?	+?	+	
Pêlos																			
unicelulares	+				+		+	+											+
estrelados	+		+		+		+				+					Tem	Tem		
peltados			+		+		+				+					Pêlos	Pêlos		
dendríticos					+														
glandulares						+													

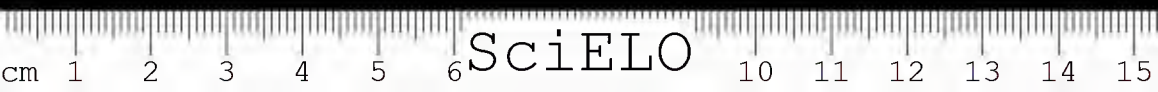
[1] Características segundo:
Warburg (1897), Metcalfe & Chalk (1950), Money et al. (1950), Bailey & Smith (1954), Fries (1959), Uphof (1959), Tucker (1964), Baranova (1972) e Salles & Paula (1979).

II. Considerações sobre a estrutura anatômica e o meio ambiente:

Avaliando os resultados obtidos do estudo anatômico da folha de *Virola* aliados à análise dos mesmos pelo teste de taxonomia numérica, verifica-se que toda a caracterização da folha no gênero está intimamente associada a uma adaptação ao ambiente, essencialmente a dois fatores de grande significado: economia de água e proteção contra a herbivoria. A estratégia inicial em resposta à pressão de economia de água foi comum: esconder os estômatos. Da maleabilidade genética das primeiras Virolas resultaram duas formas distintas anatomicamente: estômatos escondidos pelas células subsidiárias e estômato com aspecto graminóide conspícuo escondido por papilas. Esta primeira diferenciação foi decisiva para dividir o gênero em dois grupos (Figuras 90 e 91), permitindo a evolução paralela dos mesmo (Figura 93), sugerindo fixação do caráter derivada da adequação das alterações. A importância desta adaptação se manifesta de forma incisiva também nas espécies asiáticas estudadas por Koster & Baas (1981) que costumam esconder estômatos (sob papilas, células subsidiárias ou ambos) e também nos gêneros americanos *Otoba* (escondido por células subsidiárias e *Osteophloeum* (escondido por papilas). Interessante é a presença do tipo de estômato "elongata" e "multinervia" em *Compsoneura,* porém independente de "estarem escondidos". Ignora-se a implicação de ser ou não graminóide dentro deste contexto, principalmente por desconhecer o seu significado fisiológico.

Uma segunda estratégia em resposta à pressão de economia de água se manifesta essencialmente pela alteração estrutural/funcional e pela freqüência de pêlos. Basta olhar na Figura 94 as plantas com pêlo séssil que ocupam posição oposta ao ancestral, que têm predominantemente pêlos de paredes delgadas, de aspecto inflado e ocorrem em densidade semelhante aos estômatos (Gráfico 1 - resultados limitados por uma linha pontilhada). Em geral, o aspecto destes pêlos não sugere proteção contra herbivoria como nos demais, mas sim uma relação com a economia de água.

Merece atenção o fato de que esta segunda adaptação à economia de água se deu paralelamente nos grupos pertencentes a estômatos diferentes, isto é, tanto espécies com estômato tipo "elongata" como "multinervia" diferenciaram este tipo de pêlo.

No que concerne à adaptação contra herbivoria, seria possível correlacionar a presença de estruturas secretoras tendendo a ou emergindo na epiderme (tanto canais como células secretoras) e talvez cristais como participantes da defesa, porém os pêlos, merecem destaque especial na execução deste papel.

A presença de pêlos em ambas as epidermes na folha jovem sugere a função de defesa numa estrutura muito atraente como é o caso de uma folha em diferenciação ou mesmo proteção contra os raios solares excessivos ou outro fator. Da mesma forma a presença de pêlos apenas na epiderme do lado abaxial (com exceção de *V. decorticans* e *V. guggenheimii*) na folha adulta, visto que diversos aspectos tornam esta superfície mais viável para os insetos durante o dia (comunicação pessoal do Dr. A. Salatino - Instituto de Biociências - USP - SP). A importância destes pêlos mostra-se repercutida no investimento em densidade, organização estrutural e tamanho. Dentro da organização estrutural destaca-se a diferenciação de pêlos sésseis unicelulares ou pluricelulares em tufos (com ramos saindo do mesmo plano e/ou planos superpostos de articulação) para pediculados com desenvolvimento de um eixo unisseriado de onde as células emitem ramos tomando um aspecto arborescente, com paredes espessas e extremidades ponteagudas caracterizando uma estrutura rígida e dando cobertura de atuação, em parte, maior que daqueles pêlos sésseis (definindo essencialmente a passagem de simpodial para monopodial apontada por Warburg em 1895).

Da mesma forma como ocorre com pêlos relacionados com economia de água, a tendência de diferenciação de pêlos sésseis para pediculados (com um elo representado por folhas portadoras dos dois tipos de pêlos) desenvolveu-se tanto no grupo que possue estômatos tipo "elongata" quanto tipo "multinervia".

O investimento em proteção contra herbivoria é bastante plausível levando em consideração a rica entomofauna da Amazônia, já o investimento relacionado com economia de água, a princípio por esconder estômatos e posteriormente, num segundo investimento, por pêlos, desviando estes do trabalho comum na maioria das Virolas, obriga a repensar esta questão desde a época da deriva dos continentes, o estabelecimento do gênero *Virola* na Amazônia, além de levar em consideração o impacto dos meses de "inverno amazônico".

Uma definição do relacionamento filogenético entre os gêneros americanos associados aos caracteres anatômicos foliares dos mesmos poderia contribuir para fundamentar esta proposição.

III. Considerações sobre a estrutura anatômica e inferências genéticas:

A folha contribuí de forma marcante para a compreensão da adaptação e estado atual das Virolas por apresentar distintamente os "passos evolutivos" de diversas estruturas convergindo num aspecto: os estágios mais primitivos,

mais simples de qualquer estrutura são mais inconstantes, enquanto os mais diferenciados são mais constantes, isto é, os mais simples parecem mais maleáveis, enquanto os mais evoluídos parecem ser mais fixados, aparentemente por terem atingido um estágio de "clímax" na otimização funcional.

Este fato pôde ser observado nas seguintes estruturas:

- células epidérmicas papilosas[3] → • papilas com um colo[4]
  → • papilas digitiformes[4]
  → • papilas agrupadas[4,5]

- divisão secundária da célula epidérmica rara ou freqüente[3] → • epiderme estratificada
- célula secretora distinta em vista frontal como uma região clara → • célula secretora com o bordo reforçado pela cutícula e com células vizinhas também diferenciadas como região clara

- pêlos: - base unicelular[6] → • base pluricelular
  - ped. de art. unicel. → • ped. art. pluricelular
  - séssil[6] → • pediculado (com ped. de sust.)
  - ramos organizados num plano ou mais: tufos → • ramos organizados num eixo unisseriado: pêlo arborescente

---

3 muitas vezes associada a uma variação quantitativa
4 com divisão secundária originando papilas com mais de uma célula
5 culminando pela fusão das papilas formando um "paredão" em torno do estômato
6 com exceção dos casos em que o pêlo passou a ter função relacionada com economia de água, quando a regressão passa a ser um caráter evolutivo.

Não apenas sob este ângulo, informações do mecanismo genético podem ser obtidas das características anatômicas das folhas, assim, o paralelismo de evolução dos pêlos de séssil para pediculado, bem como a adaptação dos pêlos às questões de economia de água, ocorrendo nos grupos de estômatos distintos mostram que existe independência destes caracteres (estômatos e pêlos), já o mesmo não ocorre em *Compsoneura* onde Sousa (1989) verificou dois grupos distintos onde, no Grupo I, todas as espécies possuem estômatos tipo "debilis", pêlos unirramosos, epiderme de paredes delgadas não lignificadas e traqueídeos terminais estreitos envolvidos por fibroesclereídeos, enquanto no Grupo II todas as espécies têm estômatos tipo "capitellata", pêlos birramosos, epiderme com parede espessa e lignificada e terminações vasculares com traqueídeos alargados e sem reforço esclerenquimático - denotando aparentemente uma associação dos caracteres a nível genético.

Por outro lado é interessante constatar que as espécies que possuem pêlos sésseis em geral são as que constituem grupos com problemas taxonômicos, onde tem surgido um questionamento para sinonimização, o que parece estar em relação à pilosidade, ligado à tendência de especialização de pêlos sésseis para pediculados, o que poderia significar indícios de um processo de especiação.

IV. Considerações finais sobre a estrutura anatômica da folha e a taxonomia do gênero *Virola:*

Nas condições em que este trabalho foi feito, basicamente resultante de observações de pequenas amostras de herbário, reconhece-se o valor da estrutura anatômica foliar das espécies de *Virola* como elemento importante para auxiliar a revisão taxonômica do grupo.

Evidentemente, uma análise da folha completa envolveria maior número de caracteres que confirmariam os grupamentos feitos ou talvez promovessem pequenas mudanças, mas provavelmente não alteraria essencialmente as tendências de evolução dos caracteres dentro do gênero e conseqüentemente as relações derivadas destas.

Além disso, a análise da folha completa certamente contribuiria mais para a caracterização a nível de espécie.

Em todo o gênero as folhas são dorsiventrais, com estômatos paracíticos, células secretoras no mesofilo, canais secretores junto aos feixes vasculares e com presença de pêlos uniarmados. Estes caracteres bem como aqueles que possuem mais de uma forma de ocorrência como paredes retas ou onduladas,

terminações vasculares imersas em parênquima ou em esclerênquima, presença de papilas e cristais são comuns entre as Magnoliales (Tabela 2).

Após considerar a constância dos tipos de estômatos, bem como a importância destes e suas adaptações (escondido) na economia de água e ainda considerando a importância da água para a planta, dentro do quadro atual, reconhece-se dois grupos taxonômicos dentro do gênero *Virola* tomando como base o tipo de estômato:

Grupo A: cujas espécies possuem estômato tipo "multinervia"

Grupo B: cujas espécies possuem estômato tipo "elongata"

Reforçam esta interpretação os resultados da divisão do gênero feita por Warburg (1897), que tomou como caráter distintivo a relação entre o comprimento do andróforo e da antera, excetuando as espécies *V. calophylla, V. calophylloidea, V. lepidota, V. macrocarpa,* que são afins, e *V. urbaniana,* além de levantar uma questão quanto à correspondência de caracteres vegetativos e reprodutivos dentro da taxonomia.

Da mesma forma, avaliando o significado evolutivo dos pêlos, dentro do contexto funcional adaptativo à outra grande e antiga pressão do ambiente - os insetos, ainda amparado nos resultados da relação das espécies com o ancestral hipotético, reconhece-se novas subdivisões dentro dos grupos A e B, fundamentadas em: folhas com pêlo séssil, folhas com pêlo séssil e pediculado no mesmo limbo e folhas com pêlos apenas pediculados. Desta forma:

Grupo A (com estômato tipo "multinervia"):

Subgrupo a (cujas folhas possuem apenas pêlos sésseis) com as seguintes espécies:

- *V. caducifolia* *
- *V. carinata* *
- *V. coelhoi* *
- *V. crebrinervia* *
- *V. flexuosa* *
- *V. gardneri* *
- *V. kukachkana* *
- *V. lieneana* *
- *V. malmei* *
- *V. michelii* *
- *V. micrantha* *
- *V. minutiflora* *
- *V. multicostata* *
- *V. multiflora* *
- *V. multinervia* *
- *V. officinalis* *
- *V. oleifera* *
- *V. parvifolia* *
- *V. pavonis* *
- *V. sessilis* *
- *V. subsessilis* *
- *V. surinamensis* *
- *V. urbaniana* **
- *V. venosa* *

Subgrupo b (cujas folhas possuem tanto pêlos sésseis como pêlos pediculados na mesma folha):

- *V. albidiflora* * — *V. guggenheimii* * — *V. polyneura* *
- *V. decorticans* * — *V. megacarpa* *

Subgrupo c (cujas folhas possuem apenas pêlos pediculados):

- *V. dixonii* * — *V. duckei* * — *V. rugulosa* *

Grupo B (com estômato tipo "elongata"):

Subgrupo d (cujas folhas possuem apenas pêlos sésseis):

- *V. calophylla* * — *V. lepidota* * — *V. peruviana* **
- *V. calophylloidea* * — *V. macrocarpa* * — *V. rufula* **
- *V. elongata* ** — *V. obovata* ** — *V. theiodora* **

Subgrupo e (com pêlos sésseis e pediculados na mesma folha):

- *V. cuspidata* ** — *V. divergens* **

Subgrupo f (cujas folhas possuem apenas pêlos pediculados):

- *V. loretensis* ** — *V. mollissima* ** — *V. sebifera* **
- *V. marlenei* **

---

* Secção *Amblyanthera*
** Secção *Oxyanthera* de Warburg (1897)
*** Subgrupo a ser confirmado visto ser possível ter ocorrido mistura de pêlos da nervura com o limbo.

Ducke (1936) não discute a divisão de Warburg (1897) e propõe sete grupos (A, B, C, D, E, F e G), principalmente para as espécies de *Virola* da Amazônia brasileira, baseado no indumento e forma do fruto e espessura do pericarpo. Usa o caráter relação do comprimento da antera por comprimento da coluna para os grupos de B a G e para subgrupos de A. Em Smith & Wodehouse (1937), Smith apesar de não aceitar a proposta de Warburg, adota o caráter de proporção entre antera e andróforo na sua chave para separar os seis grupos por ele propostos: *Regulosae, Mollissimae, Sebiferae, Subsessilis, Calophyllae* e *Surinamensis.* Da mesma forma, Rodrigues (1980) considera este caráter inconsistente ao analisar maior número de exemplares do que Warburg dispunha, mas emprega-o em geral, num terceiro nível de dicotomia de sua chave para identificação das espécies brasileiras de *Virola.*

Por outro lado, Ducke (1936), Smith (em Smith & Wodehouse 1937) e Rodrigues (1980) dão mais ênfase à identificação das espécies pelo indumento do fruto e da folha, o que só deve ser feito com amostras variadas e com auxílio do microscópio, uma vez que nas folhas com pêlos sésseis e pediculados, os primeiros, às vezes, ficam encobertos e nem sempre são observados, além de outros detalhes estruturais dos pêlos não serem explorados. Tanto Smith (em Smith & Wodehouse 1937) quanto Rodrigues (1980) colocam como primeiro elemento de divisão do gênero, na chave de identificação das espécies, o tipo de pêlo séssil ou estipitado, praticamente duas opções, quando na realidade existe uma terceira: pêlo séssil e pediculado numa mesma folha.

Evidentemente valeria investir num estudo sistemático detalhado do androceu e mesmo anatômico para avaliar sua representatividade real para a taxonomia do grupo.

Carreira (1985) agrupa as espécies de *Virola* em sete subtipos polínicos. O subtipo polínico divergens engloba, com exceção de *V. calophylloidea,* todas as espécies com estômato tipo "elongata", além de *V. carinata* e *V. rugulosa* que têm estômatos tipo "multinervia". Os seis outros subtipos polínicos encerram as espécies com estômato tipo "multinervia".

Sem dúvida alguma, os resultados obtidos até então, longe de serem terminais, permitem uma reorientação dos estudos no gênero *Virola* e demais gêneros americanos dentro de uma preocupação de conhecer o valor dos caracteres, num dado momento para e após o estabelecimento dos mesmos.

Com todas as vantagens que a folha possa representar, essencialmente por ser a fábrica mais importante do planeta, não se pode esquecer que ela é um dos órgãos da planta que vive dentro de uma floresta... que fica no Equador... que...

V. Considerações sobre o teste de taxonomia numérica empregado:

A utilização do teste de taxonomia numérica mostrou-se válida por diversos aspectos:

- é um teste simples que utiliza material acessível que pode mesmo ser improvisado - os cartões perfurados na margem (com poucas espécies é possível usar ficha de cartolina perfurada com um furador manual) e agulhas de tricô:

- o "manusear" os dados permite observar de imediato a importância de alguns caracteres e o oposto em relação a outros;

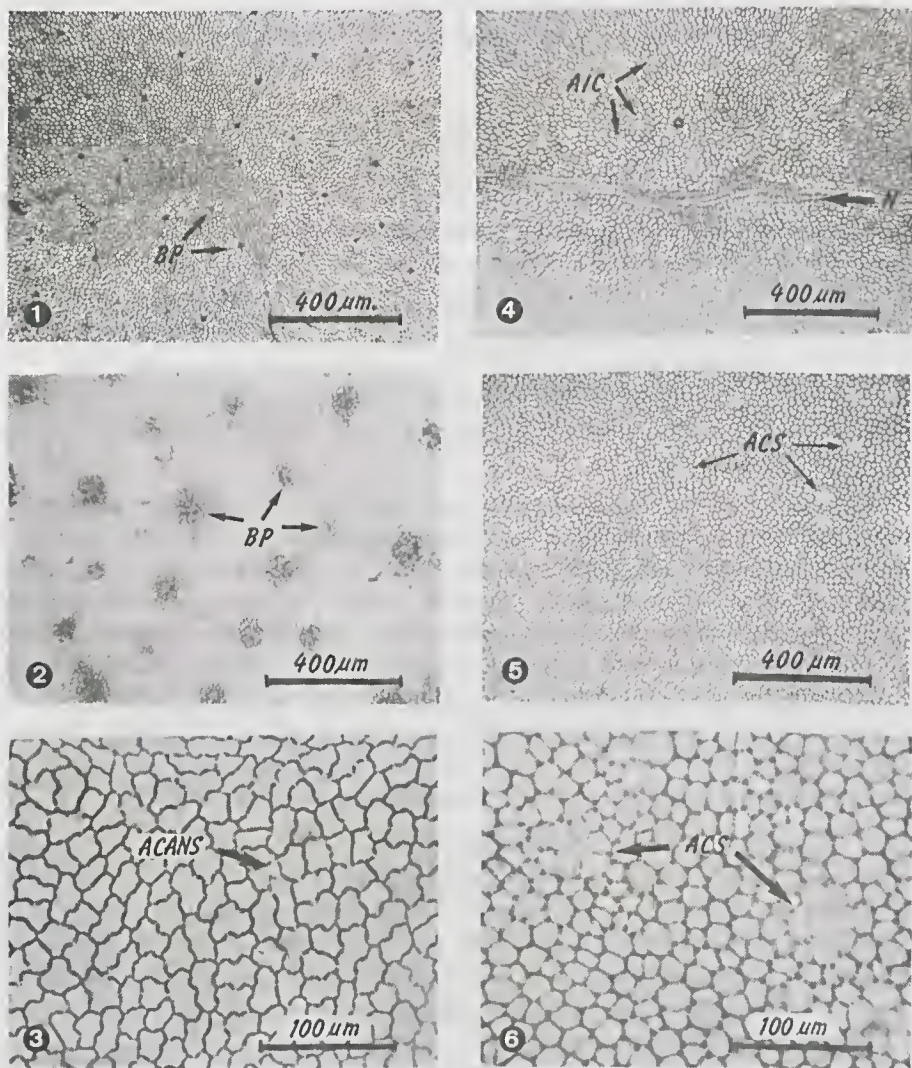
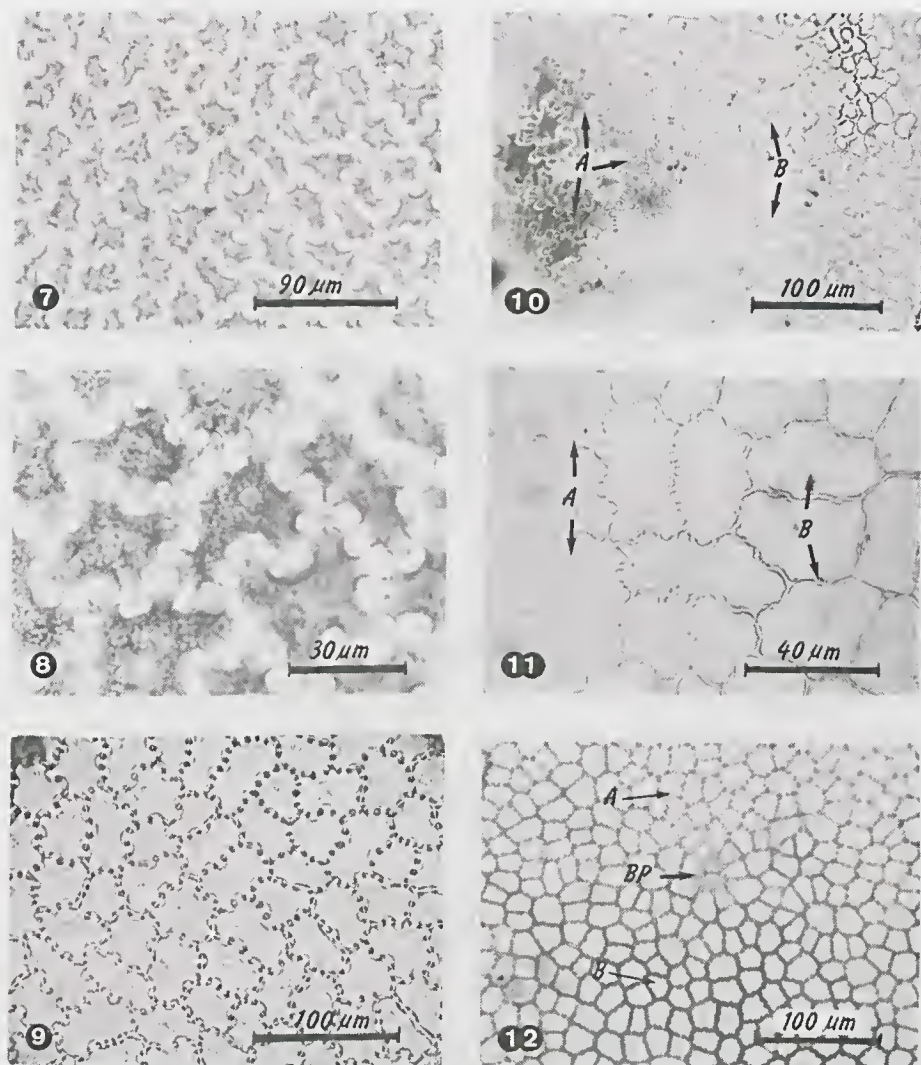
- pela obrigatoriedade da montagem de uma tabela, requisito para outros testes também, conduz à uma padronização nas observações;

- evita o preconceito científico, ou melhor, alerta para relações não observadas facilmente, o que também é válido para outros testes pelo efeito da avaliação tridimensional.

Um exemplo concreto deste último item listado: ao analisar os resultados obtidos, não havia possibilidade de correlacionar tipos de estômatos quanto à evolução, não se sabia o significado dos tipos de estômatos como foi deduzido para pêlo, quando pela lógica de partir do simples para o complexo foi estabelecido um sentido de desenvolvimento evolutivo. O gráfico do ancestral hipotético (delimitado pelos estados mais comuns de cada característica) serviu como um sinalizador para evidenciar um paralelismo entre os dois grupos com estômatos diferentes e conseqüentemente o significado deste paralelismo (esconder estômatos de formas distintas) e em cada grupo reforçou a presumida direção de diferenciação dos pêlos de mais simples para mais complexo.

Da mesma forma este gráfico foi importante para esclarecer a adoção de uma nova função dos pêlos de paredes delgadas, qualificando seus portadores como um grupo que tende a se distanciar mais do ancestral. Além disso, que as tendências observadas nos pêlos, tanto para a economia de água, como maior diferenciação para proteção contra a herbivoria, são responsáveis, principalmente nestas últimas, pela variedade fenotípica das folhas, por parte dos problemas taxonômicos existentes.

Pode-se dizer, em síntese, que o teste de taxonomia numérica permitiu avaliar os resultados anatômicos dentro de um processo evolutivo dinâmico.

Ao comparar os resultados obtidos com o teste de taxonomia numérica em *Compsoneura*, por Sousa (1989), com os de *Virola*, verifica-se que, enquanto neste gênero os dois grupos mostram evolução paralela, em *Compsoneura* os dois grupos mostram divergência no caminho evolutivo, estão nitidamente

Figuras 1 a 6 - Epiderme adaxial em vista frontal. 1 - *V. theodora.* Aspecto geral mostrando bases de pêlos constituídas por pequeno número de células. 2- *V. decorticans:* Idem, mostrando bases de pêlos com grande número de células ao lado de bases com pequeno número de células. 3 - *V. multinervia (B. Albuquerque & L. Coêlho* s/n - INPA 82104): Detalhe da abertura de um canal secretor na epiderme. 4 - *V. carinata (Fróes* 23753 - IAN 42676): Aspecto geral mostrando a região de uma nervura e áreas claras sob as quais ocorrem idioblastos cristalíferos. 5 - *V. micrantha:* Aspecto geral mostrando áreas claras sob as quais ocorrem células secretoras. 6 - Idem, detalhe de duas aberturas de células secretoras. ACANS = abertura de canal secretor, ACS = área de células secretoras, AIC = área de idioblastos cristalíferos, BP = base de pêlo e N = nervura.

Figuras 7 a 12 - Epiderme adaxial em vista frontal. 7 - *V. venosa (O.P. Monteiro* s/n - INPA 50000): Aspecto geral da epiderme ondulada por projeções do lúmen celular. 8 - Idem, detalhe das ondulações. 9 - *V. elongata (I.A. Aguiar & O.P. Monteiro* s/n - INPA 124975): Aspecto da epiderme com foco ao nível da parede periclinal externa evidenciando as "contas" resultantes da deposição de cutícula entre duas projeções adjacentes de direção oposta (principalmente à direita em cima). 10 - Idem em corte paradérmico (enviezado) da epiderme mostrando o contorno da parede em planos sucessivos: ao nível das projeções (A) e próximo à parede periclinal interna (B) onde as paredes já estão retas. 11 - Detalhe da figura anterior evidenciando paredes onduladas (A) e retas (B) conforme o nível do corte. 12 - *V. calophylloidea (Stewart* 53 - INPA 94181): Aspecto geral de uma epiderme com paredes espessas, em foco as projeções superiormente (A) evidenciando as ondulações e um pouco mais inferiormente (B) no limite interno das projeções. BP = base de pêlo, no caso bicelular.

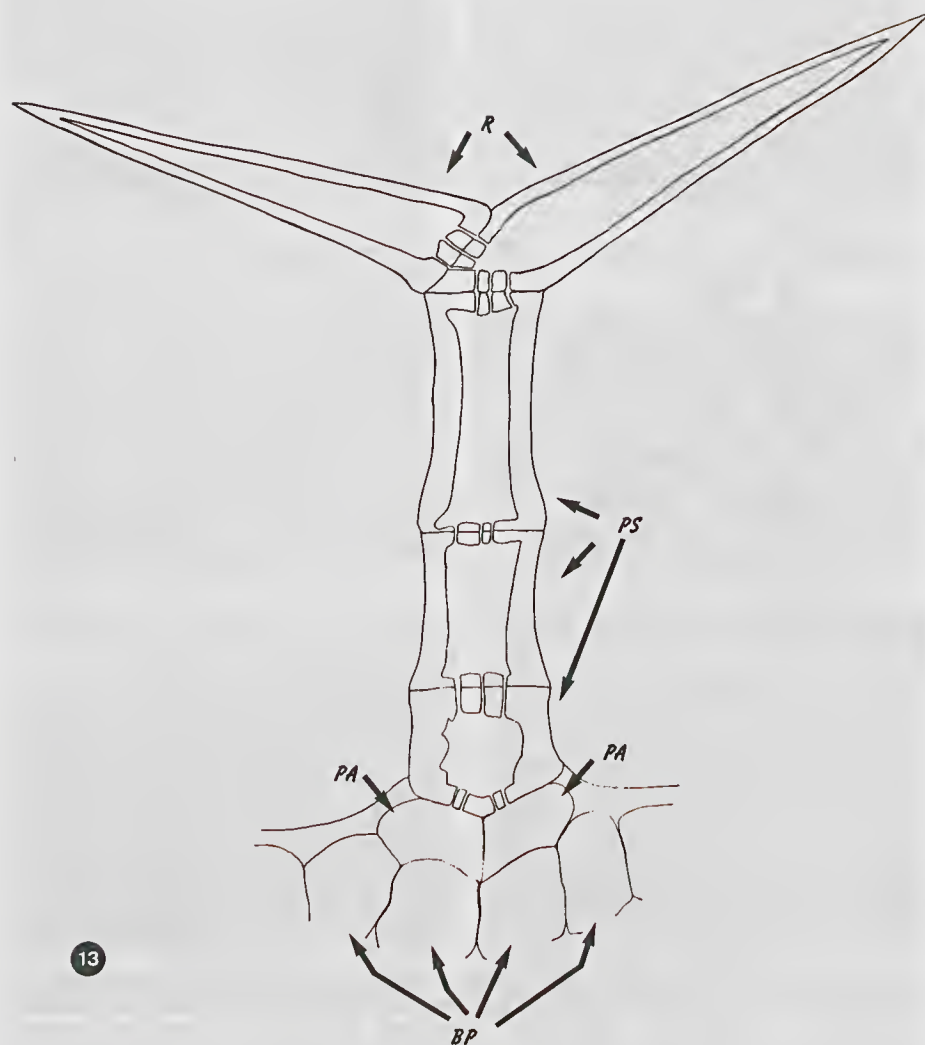



Figura 13 - Organização de um pêlo de *Virola:* BP = base do pêlo, PA = pedículo de articulação, PS = pedículo de sustentação e R = ramos.

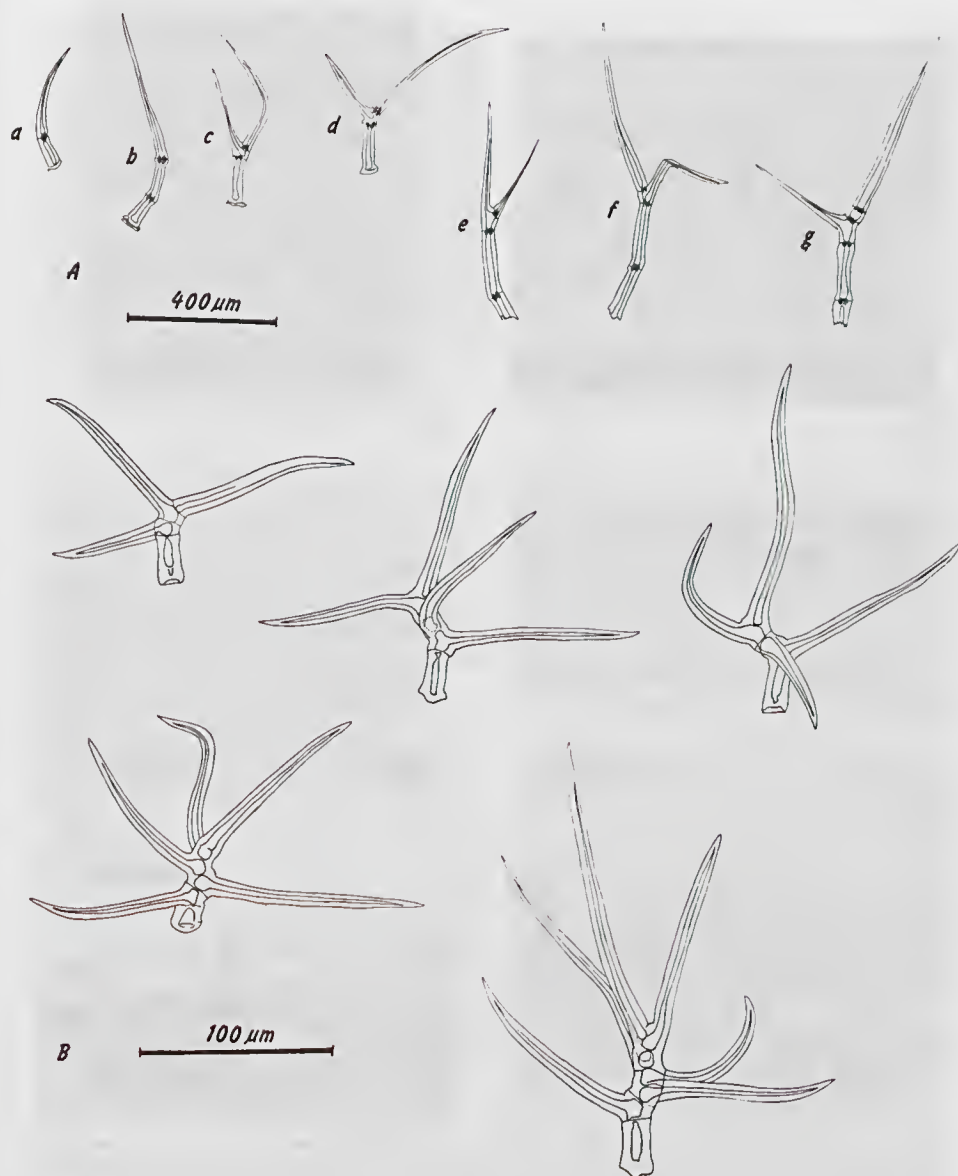
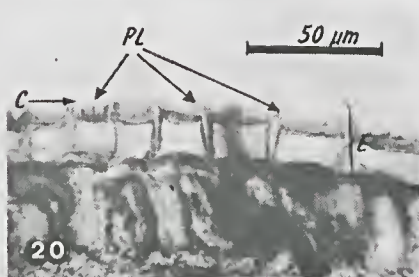
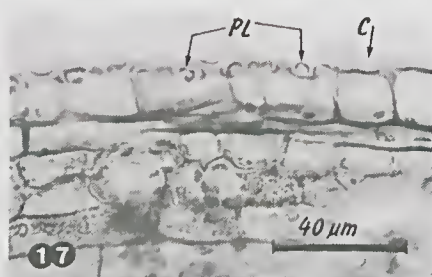
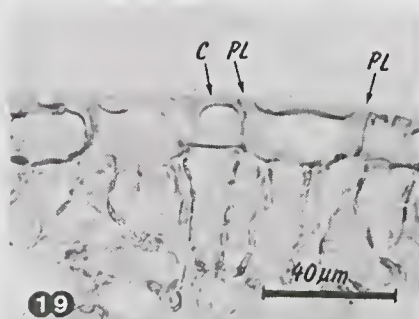
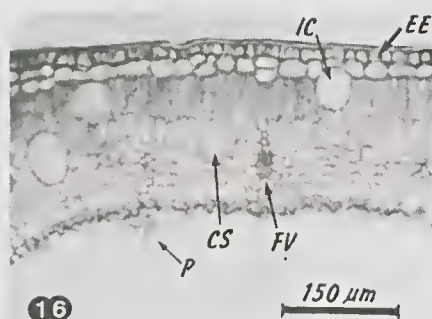
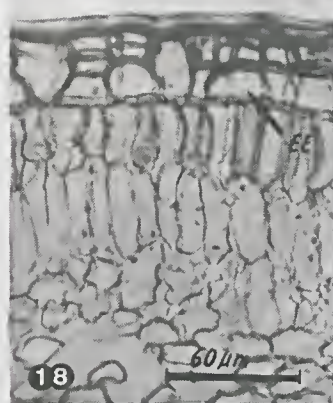
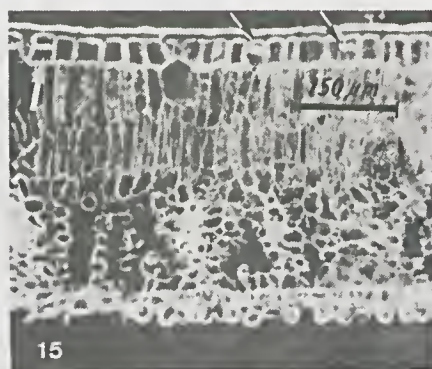
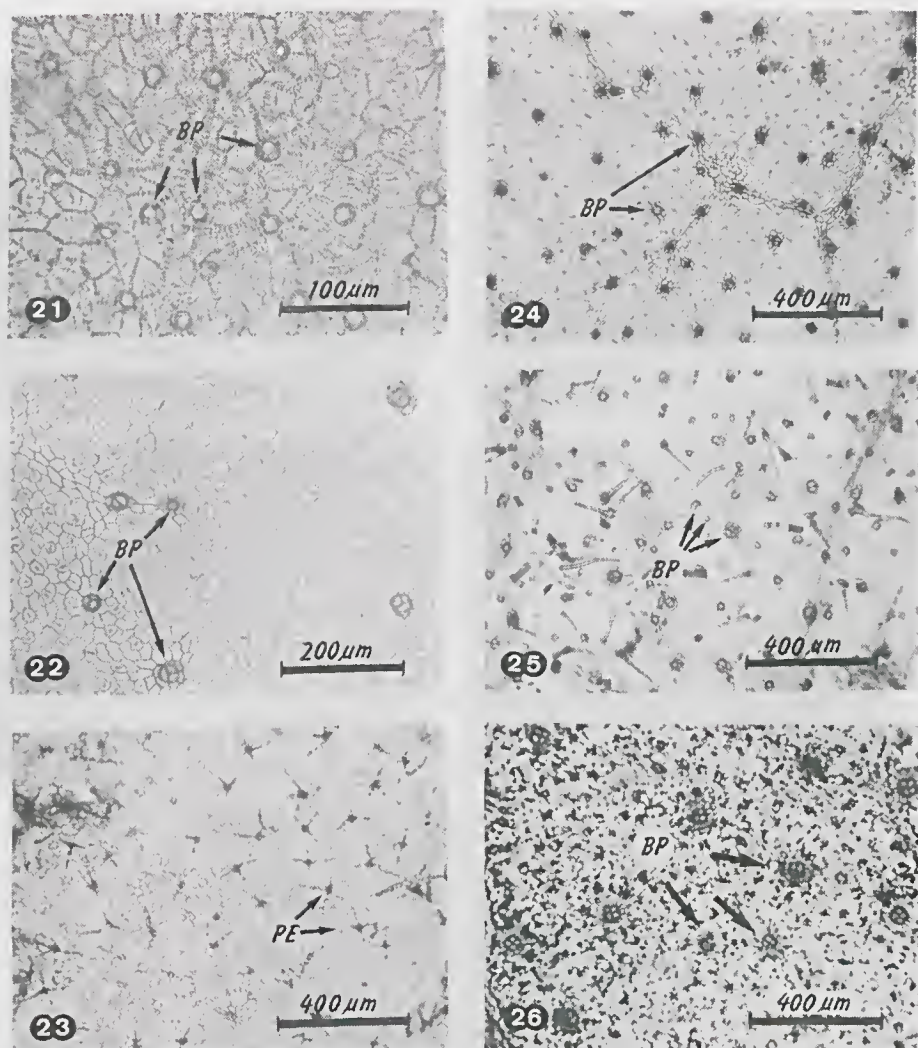
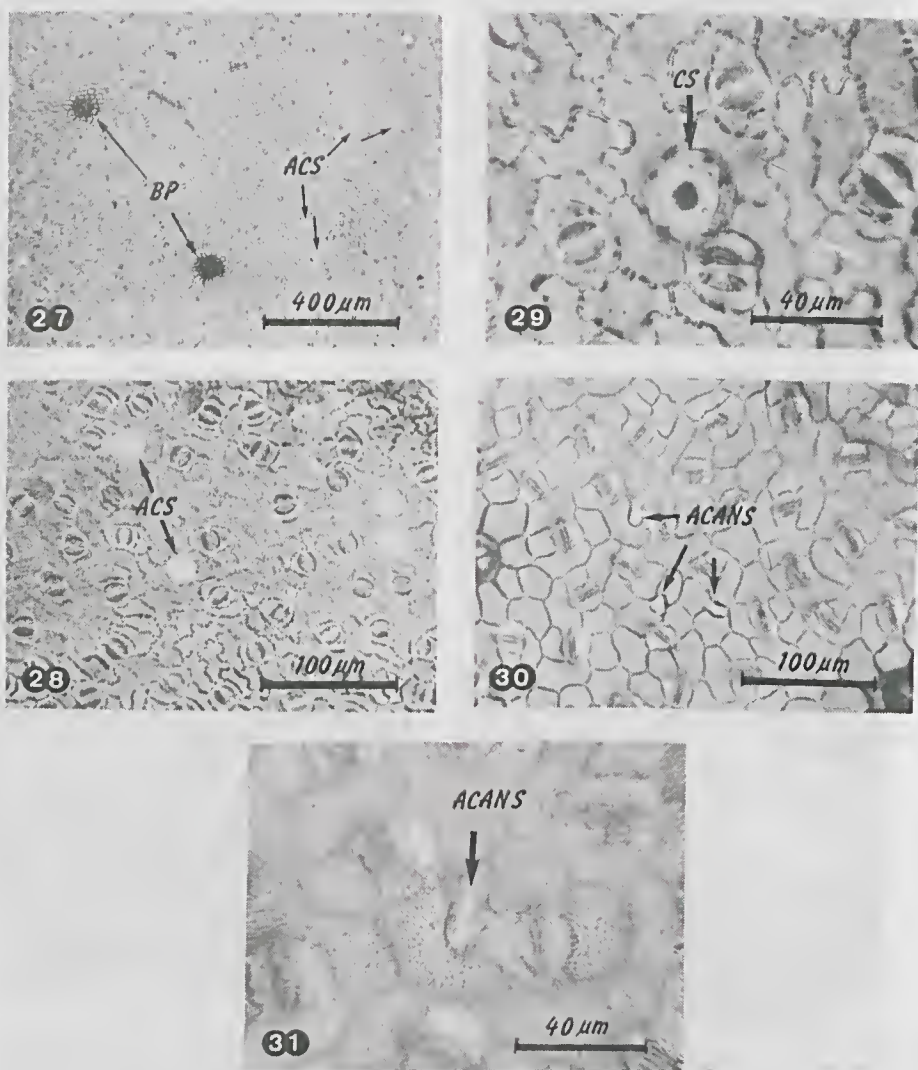
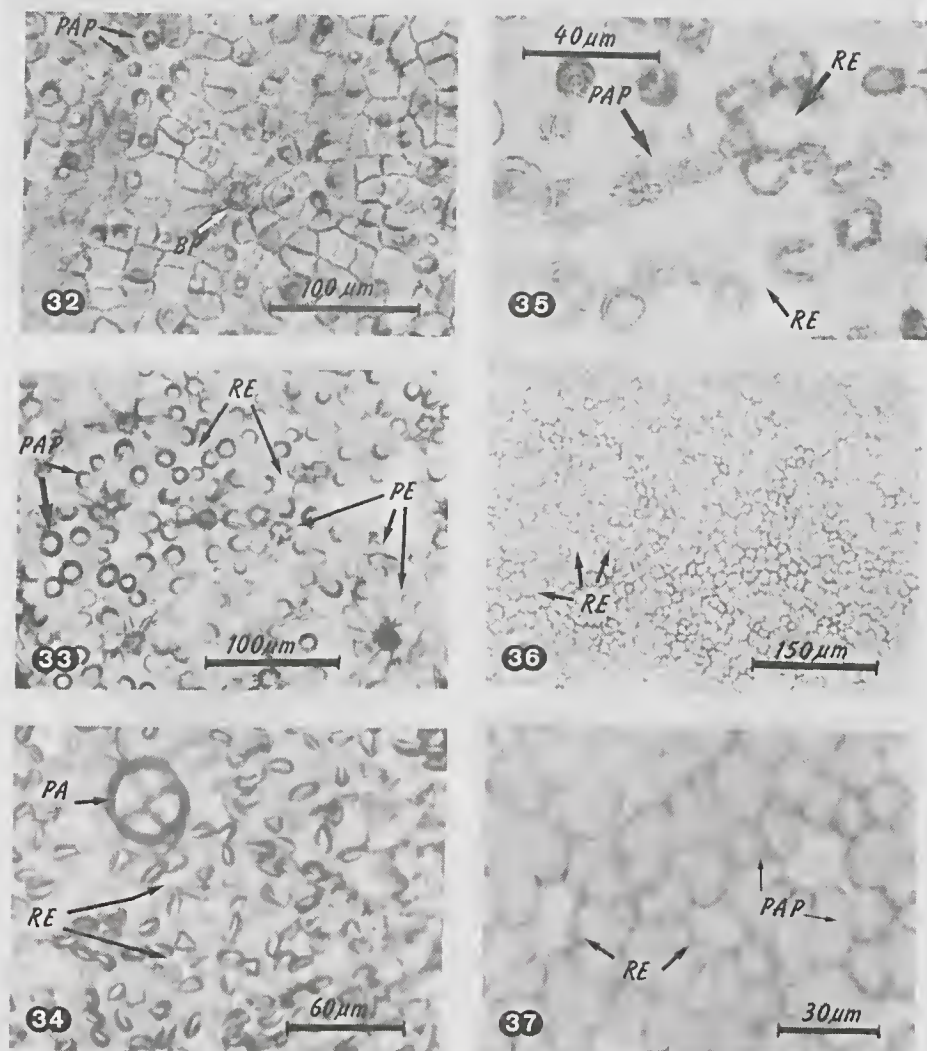
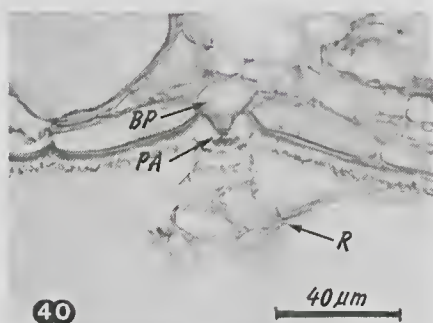
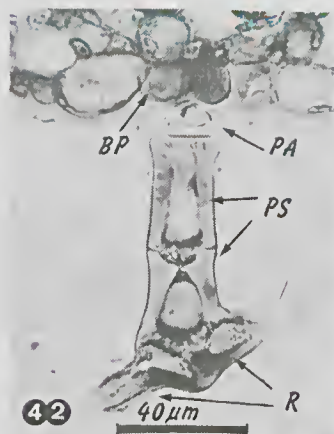
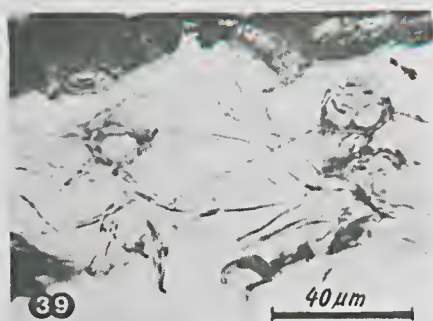
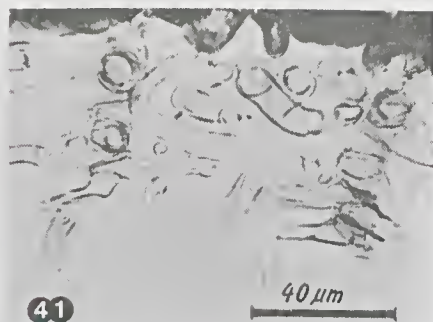
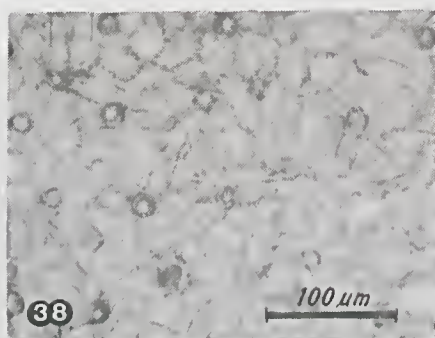
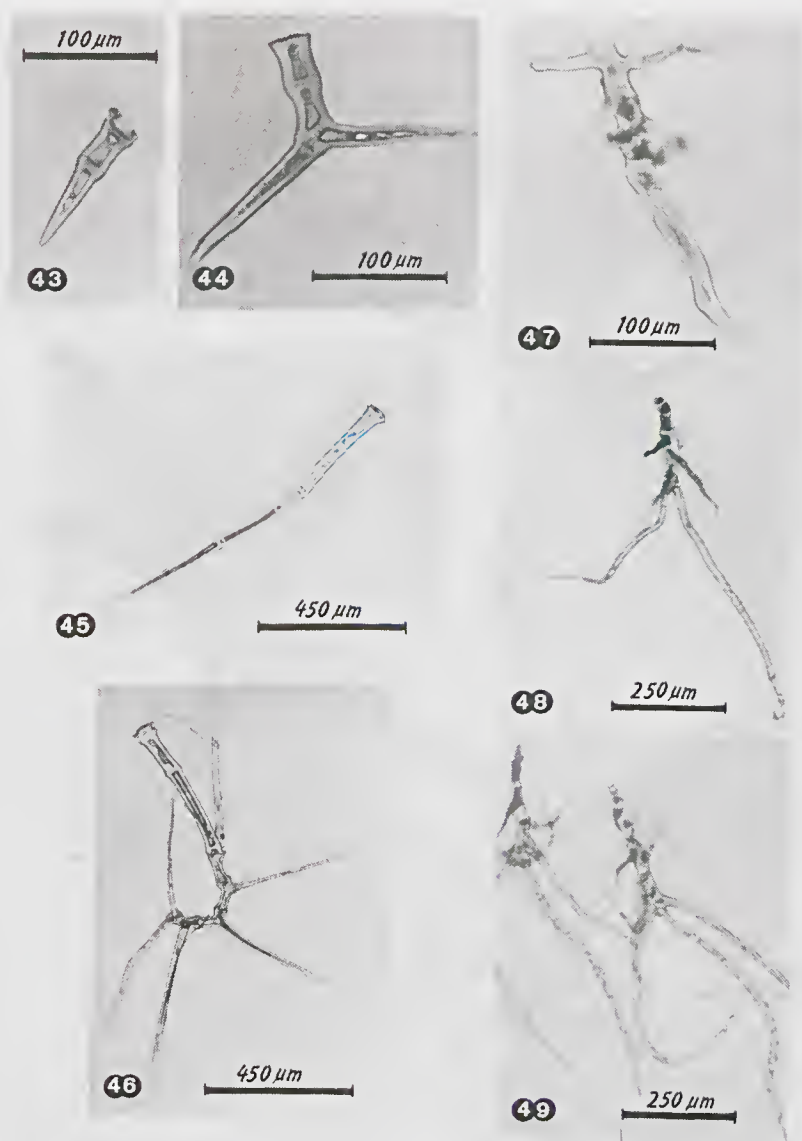



Figura 14. A - Pêlos da epiderme adaxial de *V. decorticans* obtidos por raspagens: a e b - pêlos pediculados não ramificados, c a g - pêlos pediculados ramificados. B - Pêlos da epiderme adaxial de *V. guggenheimii* obtidos por raspagens: todos são pediculados e ramificados.

Figuras 15 a 20 - Corte transversal da folha de *V. malmei* onde as células da epiderme adaxial e abaxial sofreram divisões secundárias (indicadas pelas setas). 16 - Corte transversal da folha de *V. dixonii* com camada subepidérmica diferenciada lembrando uma hipoderme. 17 - Corte transversal da folha de *V. elongata* (*I.A. Aguiar & O.P. Monteiro* s/n - INPA 124975), região da epiderme adaxial, detalhe das projeções do lúmen celular cortadas transversalmente. 18 - Corte transversal da folha de *V. surinamensis* com epiderme em fase avançada de estratificação. 19 - Corte transversal da folha de *V. elongata* (a mesma da figura 17), detalhe das projeções do lúmen celular cortadas longitudinalmente. 20 - Corte transversal da folha de *V. calophylla*, epiderme adaxial com cutícula espessa com finas projeções do lúmen celular. C = cutícula, CS = célula secretora, EE = epiderme estratificada, FV = feixe vascular, IC = idioblasto cristalífero, P = pêlo e PL = projeções do lúmen celular.

Figuras 21 a 26 - Epiderme abaxial em vista frontal. 21 - *V. lepidota* com bases de pêlos unicelulares distribuídos regularmente, estômatos do tipo "elongata", pouco distintos, em parte pela ornamentação da cutícula. 22 - *V. elongata (O.P. Monteiro* s/n - INPA 12294): Aspecto geral da epiderme com poucas bases de pêlos, estas com número variado de células e estômatos distintos do tipo "elongata". 23 - *V. rufula (O.P. Monteiro* - campus do INPA s/n) com grande quantidade de pêlos sésseis estrelados. 24 - *V. theiodora (Prance* 6281 - NY): Aspecto geral mostrando bases de pêlos com número regular de células distribuídas também regularmente. 25 - *V. guggenheimii (O.P. Monteiro & Cosme* - campus do INPA s/n) com bases de pêlos constituídas por número variável de células. 26 - *V. duckei* com bases de pêlos com número variável de células e pedículo de articulação em geral tetracelular - a presença maciça de papilas bem diferenciadas encobre os estômatos. BP = base de pêlo e PE = pêlos estrelados.

Figuras 27 a 31 - Epiderme abaxial em vista frontal. 27 - *V. multinervia* (*B. Albuquerque & L. Coêlho* s/n - INPA 82104): Aspecto geral mostrando raras bases multicelulares de pêlos e áreas de células secretoras epidérmicas distribuídas irregularmente. 28 - Idem, detalhes das células secretoras e estômatos tipo "multinervia". 29 - Idem, detalhe da célula secretora com conteúdo. 30 - *V. elongata* (*I.A. Aguiar & O.P. Monteiro* s/n - INPA 124975): Aspecto geral da epiderme com estômatos do tipo "elongata" e abertura de canal secretor. 31 - Idem, detalhe da abertura do canal secretor. ACANS = abertura de canal secretor, ACS = área de célula secretora e BP = base de pêlo.

Figuras 32 à 37 - Epiderme abaxial em vista frontal. 32 - *V. carinata:* Aspecto geral mostrando papilas pouco diferenciadas e bases de pêlo. 33 - *V. michellii (O.P. Monteiro* s/n - INPA 148218): Aspecto geral mostrando papilas bem diferenciadas e freqüentes que delimitam as regiões de estômatos. 34. - *V. rugulosa:* Aspecto geral mostrando papilas bem diferenciadas e freqüentes encurvadas sobre a região dos estômatos. 35 - *V. carinata (Fróes & Addinson* 29147 - IAN 78692): Detalhes das papilas bem diferenciadas (com divisões secundárias) encurvadas sobre a região dos estômatos. 36 - *V. parvifolia:* Aspecto geral onde papilas articuladas lateralmente formam "muralhas" em torno dos estômatos. BP = base de pêlo, PA = pedículo de articulação, no caso tetracelular, PAP = papilas, PE = pêlos estrelados, no caso de paredes delgadas e RE = região de estômatos.

Figuras 38 a 42 - *V. calophylloidea:* Aspecto geral da epiderme abaxial em vista frontal, pêlos estrelados de paredes delgadas cobrindo a superfície foliar. 39 - *V. calophylloidea:* Detalhe dos pêlos em corte transversal da folha, evidenciando a articulação dos ramos no mesmo plano e em planos superpostos. 40 - *V. obovata:* Detalhe de um pêlo semelhante ao anterior onde se distingue a base, pedículo de articulação e ramos. 41 - *V. coelhoi (Fróes* 26220 - IAN 55118): Corte transversal da folha, epiderme abaxial coberta de pêlos de paredes delgadas organizadas num eixo unisseriado. 42 - *V. elongata (I.A. Aguiar & O.P. Monteiro* s/n - INPA 124975): Corte transversal da folha, pêlo pediculado da epiderme abaxial com base, pedículo de articulação e sustentação e ramos articulados no mesmo plano. BP = base de pêlo, PA = pedículo de articulação, PS = pedículo de sustentação e R = ramos.

Figuras 43 a 49 - Pêlos obtidos por raspagens da epiderme abaxial: 43 - *V. divergens (Ducke* s/n - RB 24548): Pêlo pediculado unisseriado não ramificado lateralmente. 44 - Idem, pêlo pediculado ramificado com ramos articulados no mesmo plano. 45 - *V. decorticans (Prance* 12796): Pêlo pediculado unisseriado não ramificado lateralmente. 46 - Idem, pêlo pediculado unisseriado ramificado. 47 a 49 - *V. urbaniana:* Pêlos sésseis (alguns parecem ter um pedículo de sustentação, mas na verdade apenas possuem pequenas protuberâncias - consideradas pequenos ramos) ramificados, unisseriados c/ou com articulações no mesmo plano.

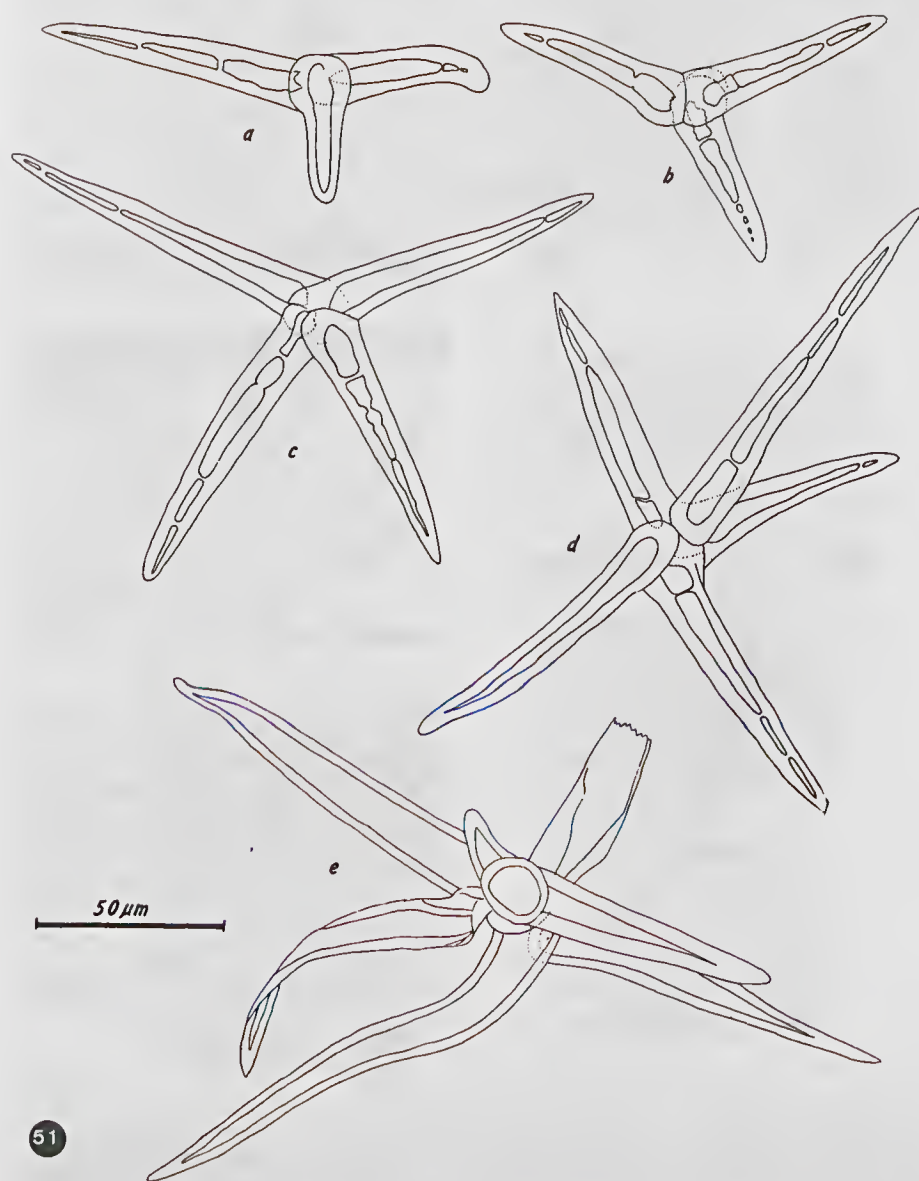



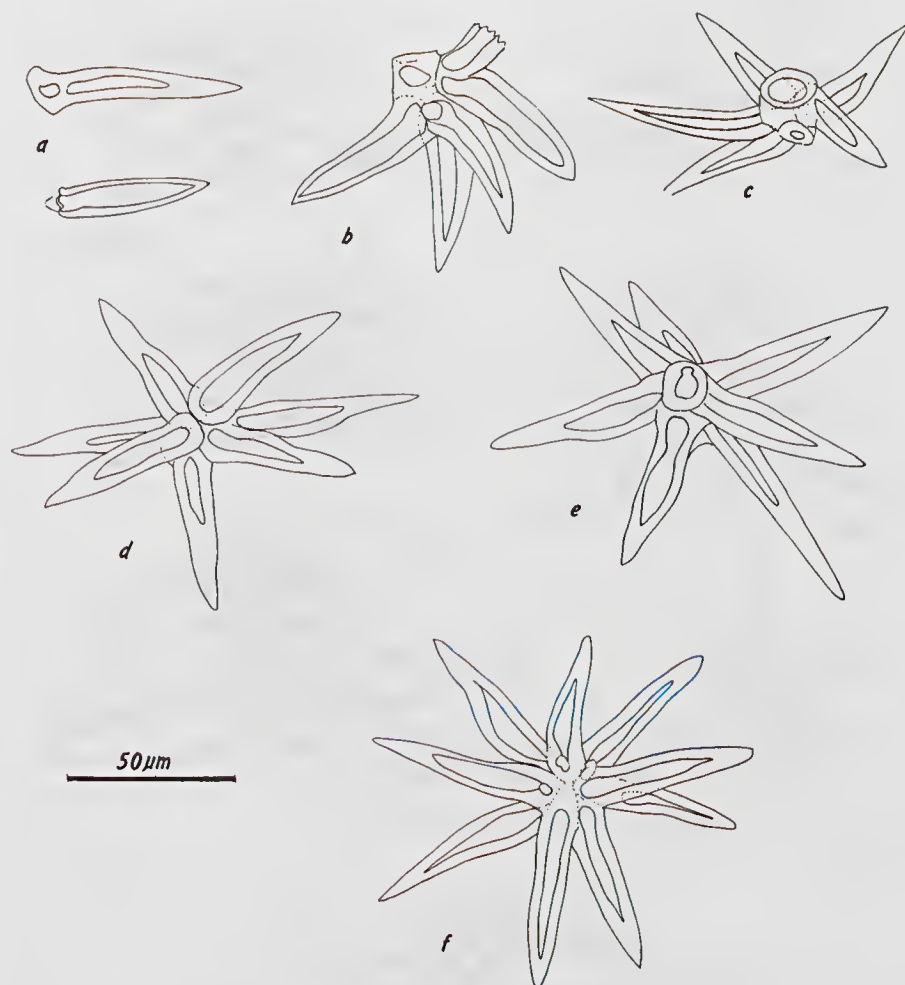
Figura 50 - Pêlos sésseis estrelados, com ramos articulados no mesmo plano e em planos superpostos, obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. micrantha:* a - um ramo isolado visto de perfil e de frente (embaixo), b e e - visto de perfil, d e f - em vista frontal e e - em vista dorsal.

50

Figura 51 - Pêlos sésseis, estrelados, com ramos articulados no mesmo plano e em planos superpostos, obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. elongata:* a a c - ramos articulados no mesmo plano, d e f - ramos articulados no mesmo plano e em planos superpostos.

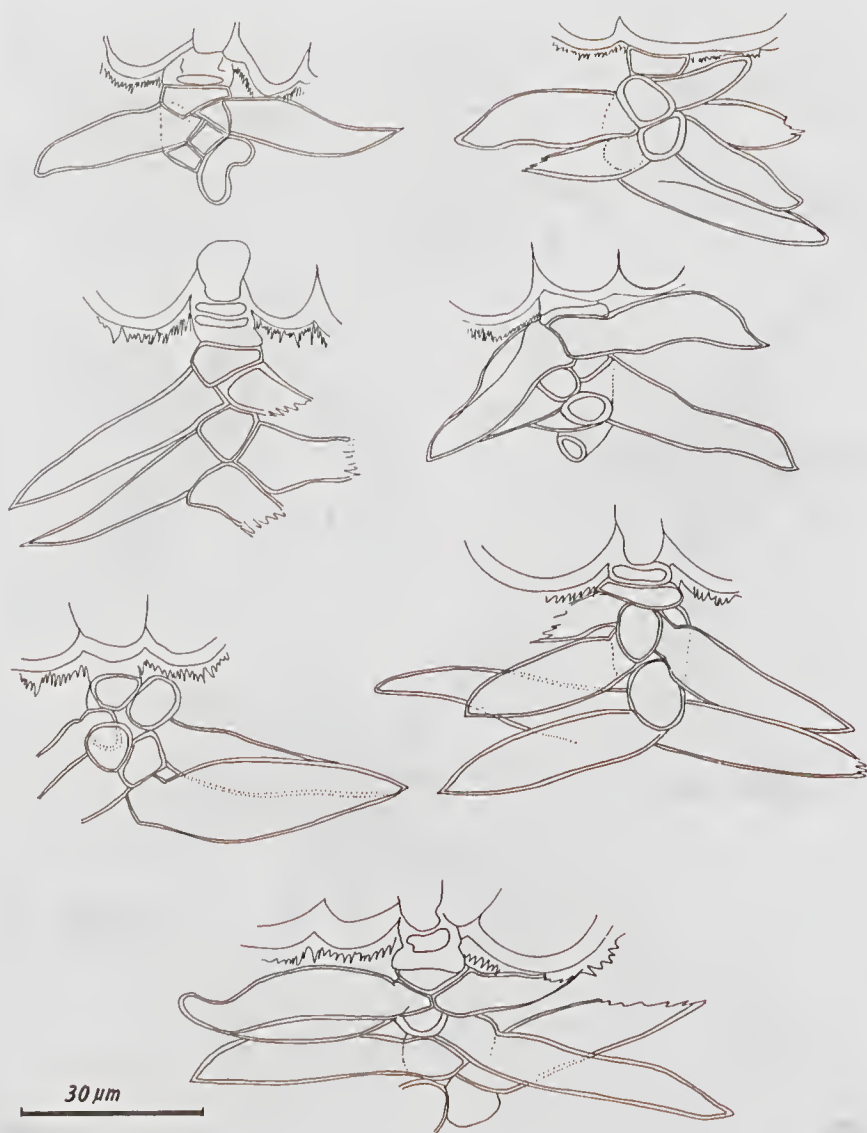



Figura 52 - *V. calophylloidea:* Corte transversal da folha, epiderme abaxial, detalhes dos pêlos com ramos inflados e de paredes delgadas, articulados no mesmo plano e em mais de um plano formando um tufo.

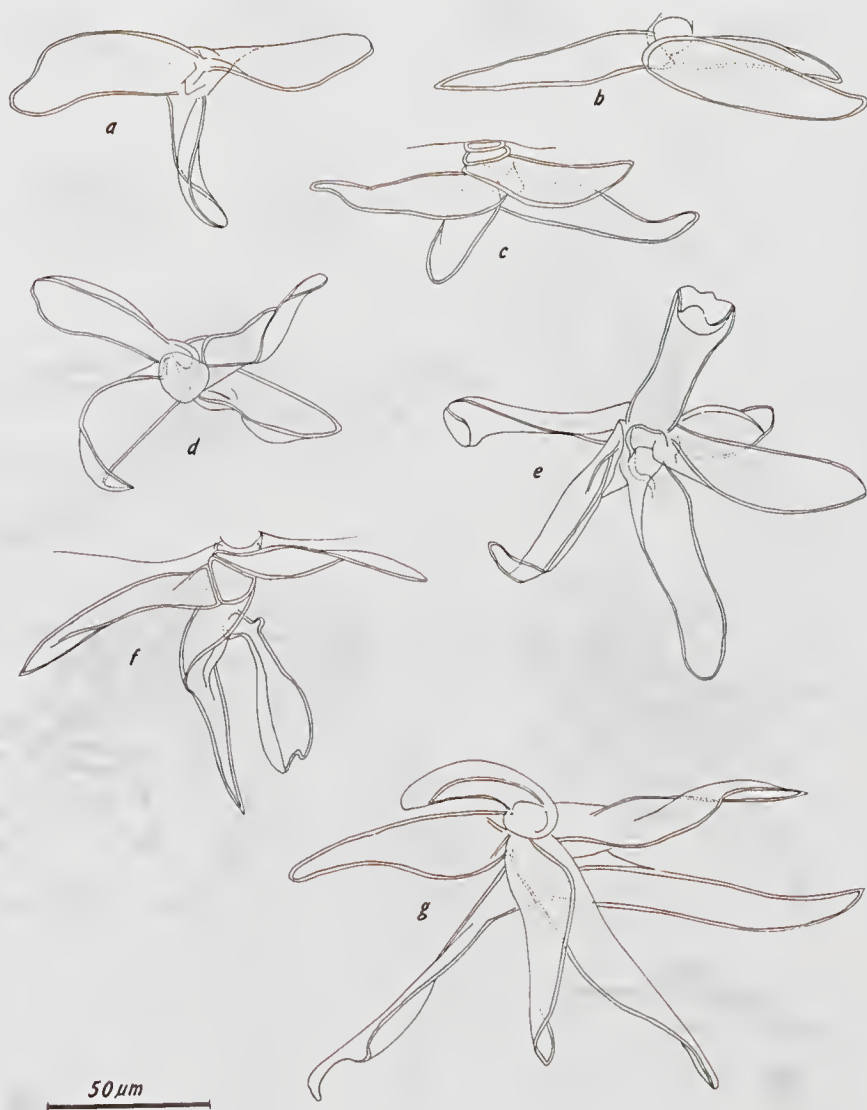



Figura 53 - Pêlos sésseis estrelados obtidos por raspagem da epiderme abaxial de *V. crebrinervia* com ramos inflados de paredes delgadas, articulados no mesmo plano (a e b) e em mais de um plano (c a g) formando um tufo.

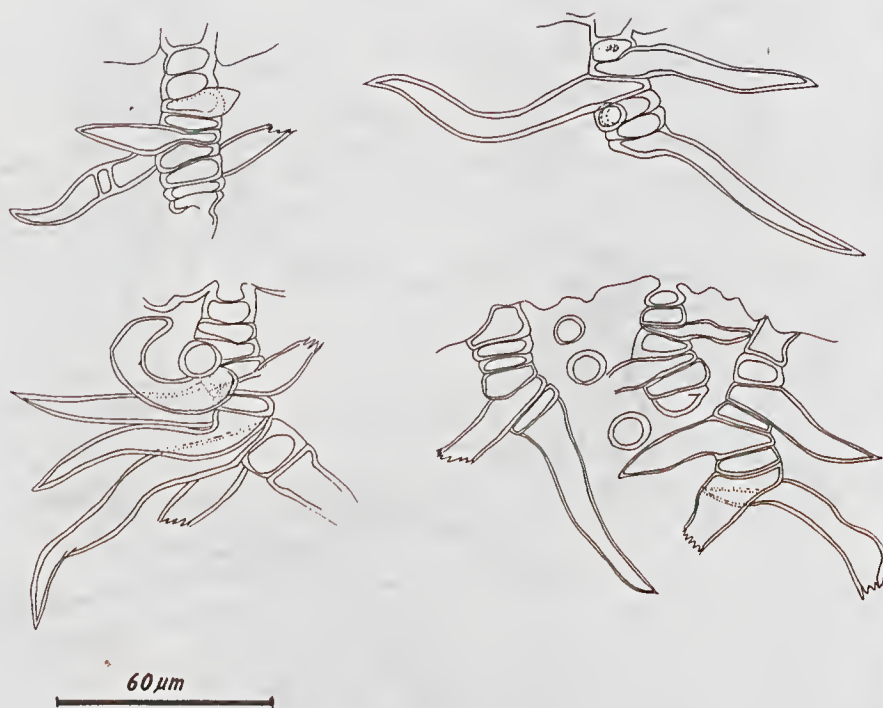



Figura 54 - *V. caducifolia:* Corte transversal da folha, epiderme abaxial com pêlos unisseriados de paredes delgadas.

Figura 55 - Pêlos obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. albidiflora* com pêlos sésseis estrelados, ramos articulados no mesmo plano e em planos superpostos como tufos (a a d, g a i - vistos de perfil, e e f - em vista frontal) e pêlos sésseis com ramos dispostos quase totalmente unisseriados com aspecto arborescente.

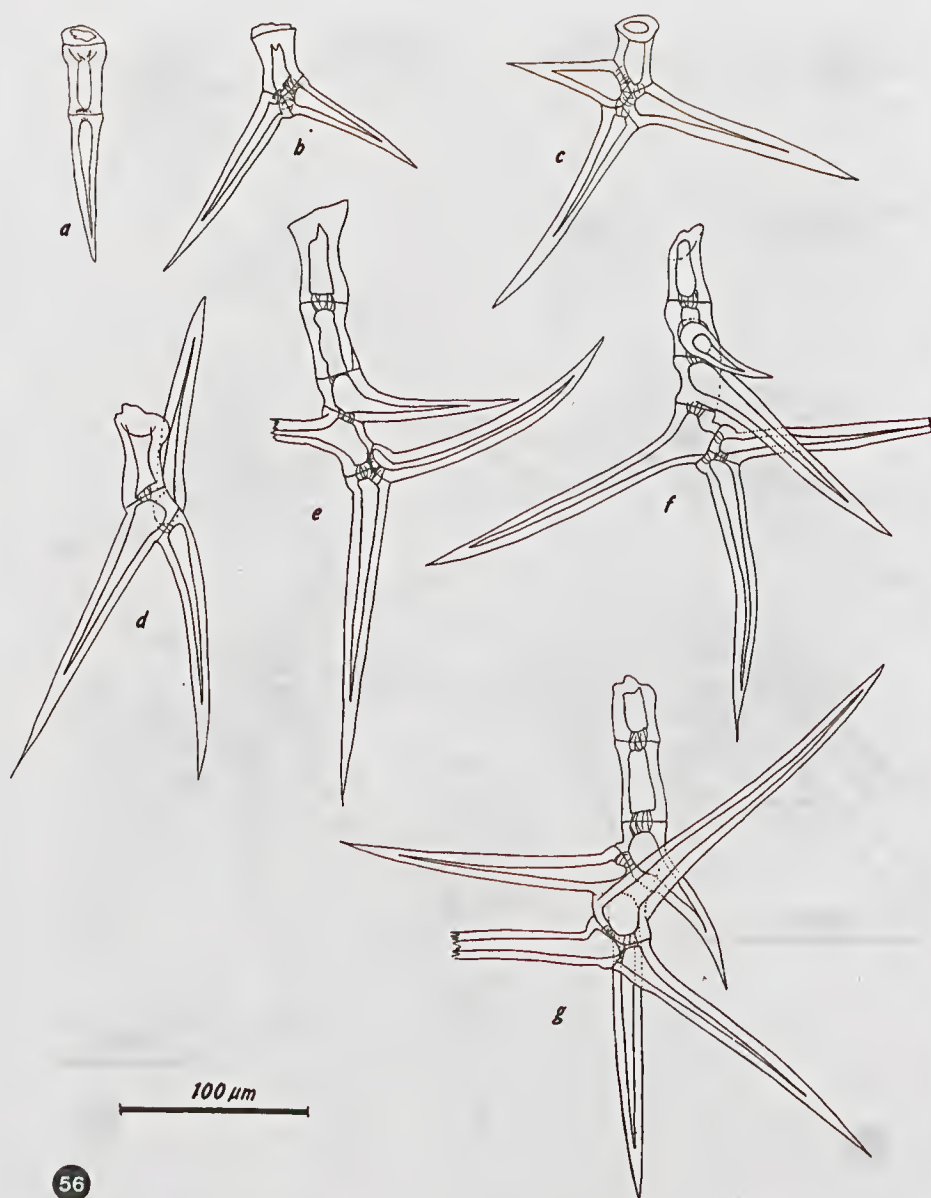



Figura 56 - Pêlos pediculados obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. divergens*: a - pêlo unisseriado não ramificado lateralmente, b a d - pêlos ramificados com ramos articulados no mesmo plano e e a g - pêlos ramificados unisseriados com ramos terminais articulados no mesmo plano.

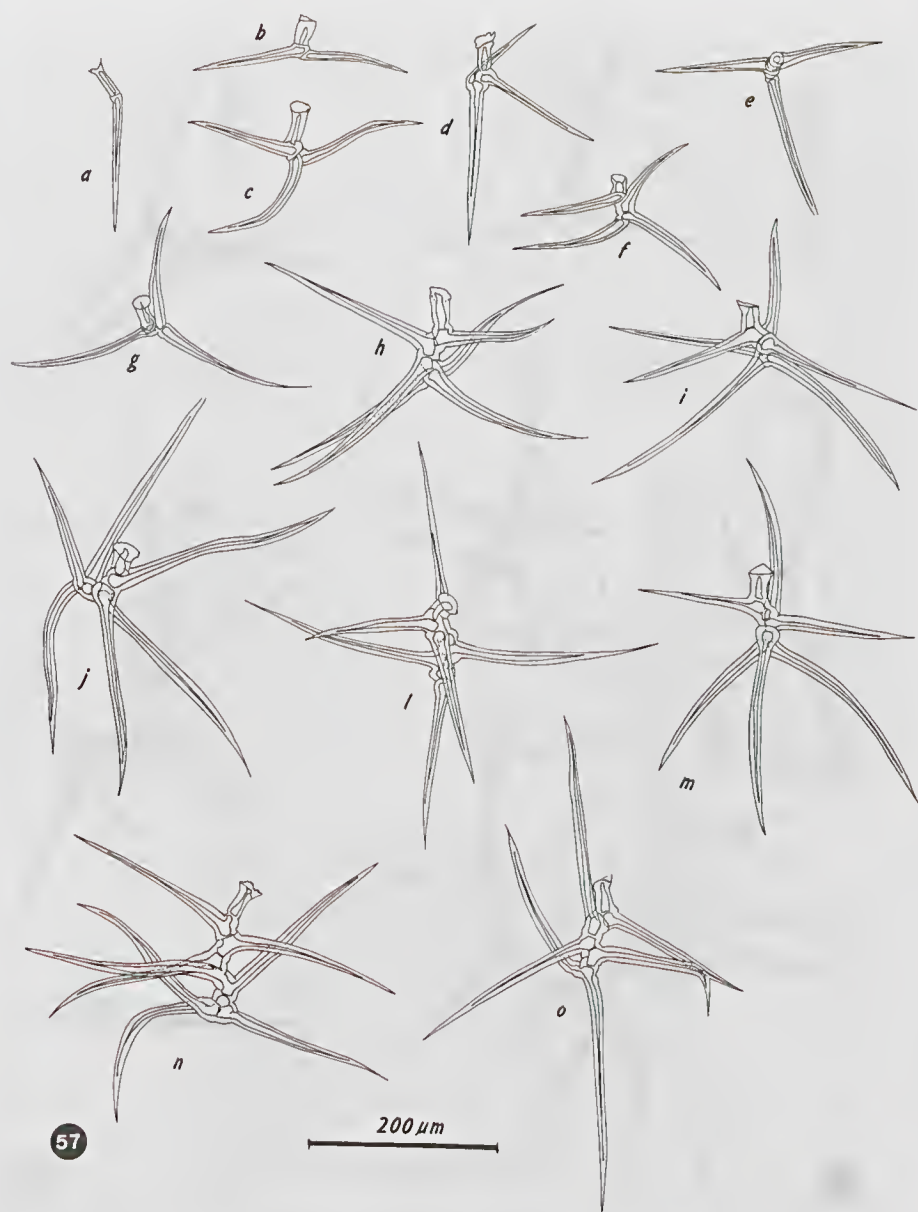



Figura 57 - Pêlos pediculados obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. decorticans:* a - pêlo unisseriado não ramificado lateralmente, b a o - pêlos unisseriados ramificados vistos de perfil (em e - vista dorsal).

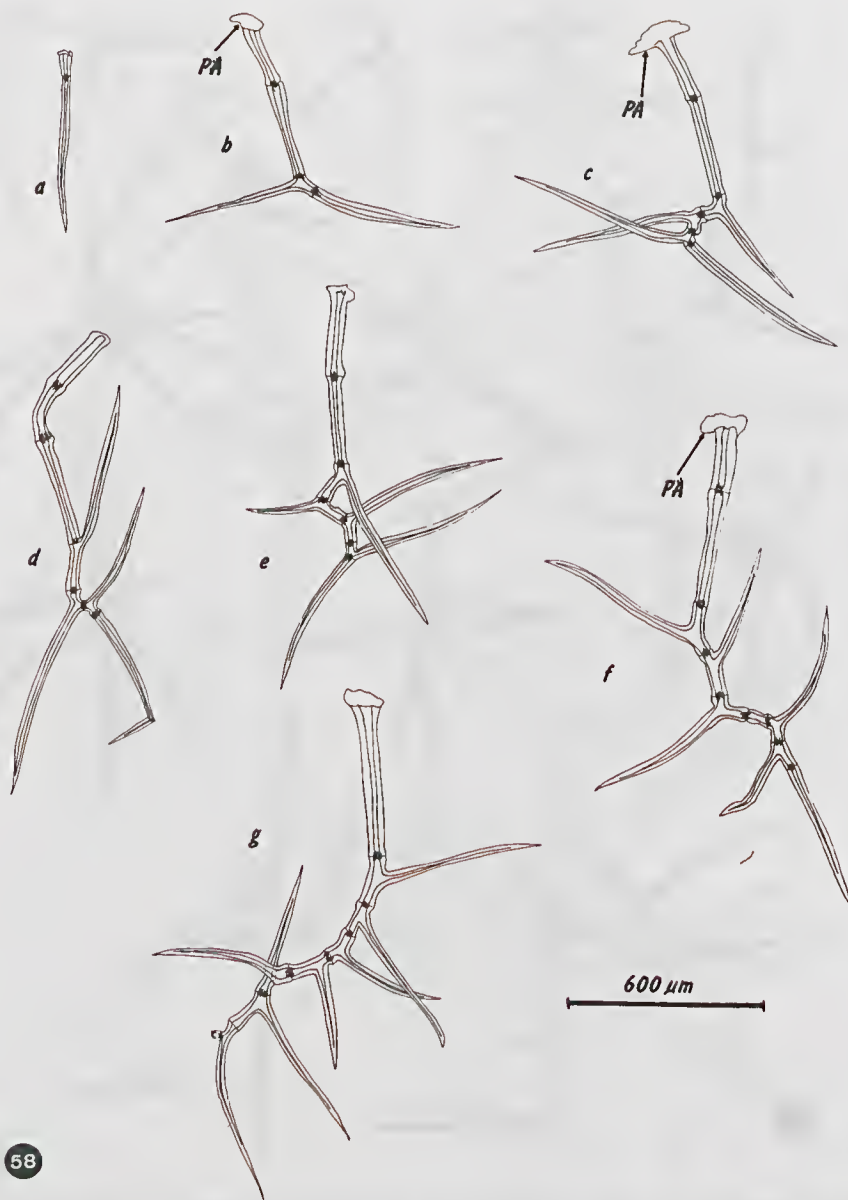



Figura 58 - Pêlos pediculados obtidos por raspagens da epiderme abaxial de *V. decorticans (Prance* 12796): a - pêlo unisseriado não ramificado lateralmente, b a g - pêlos unisseriados ramificados lateralmente vistos de perfil. PA = pedículo de articulação.

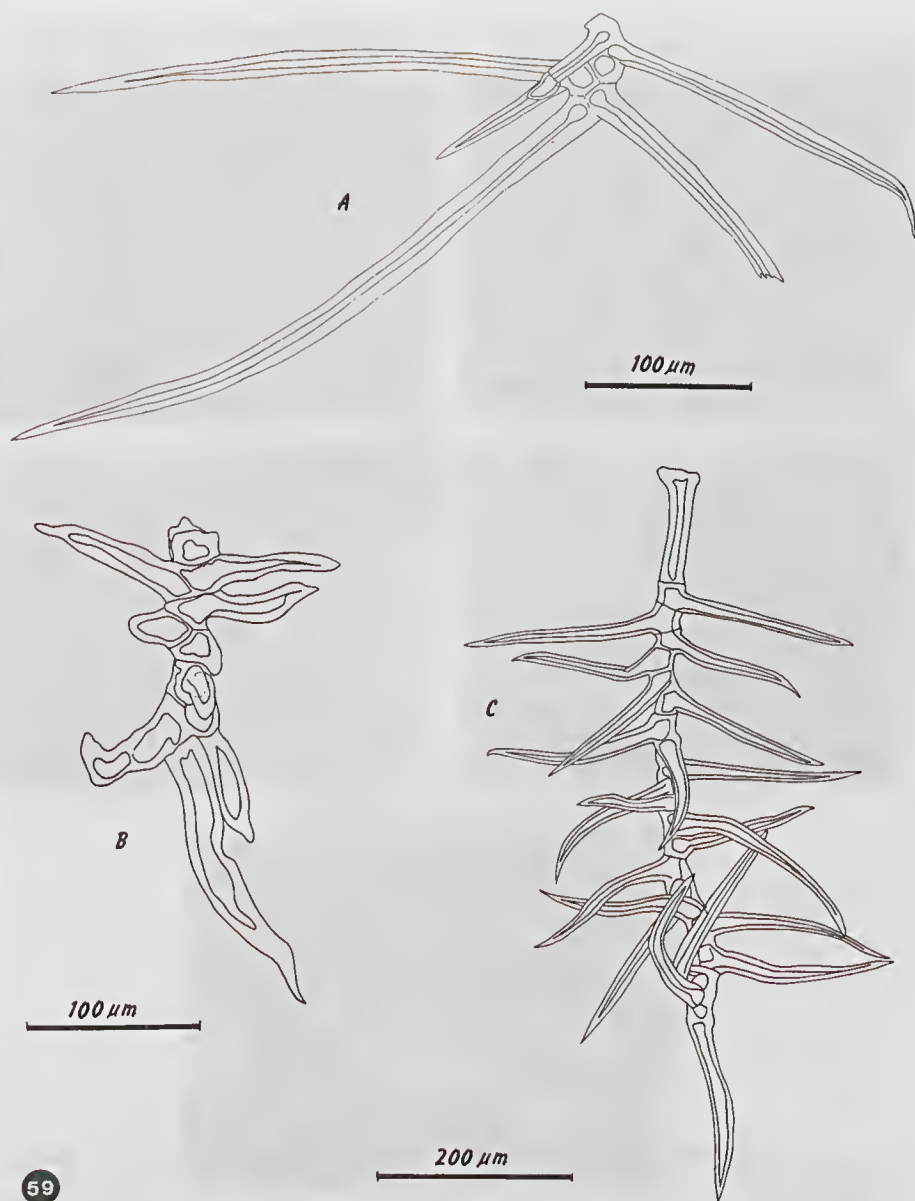
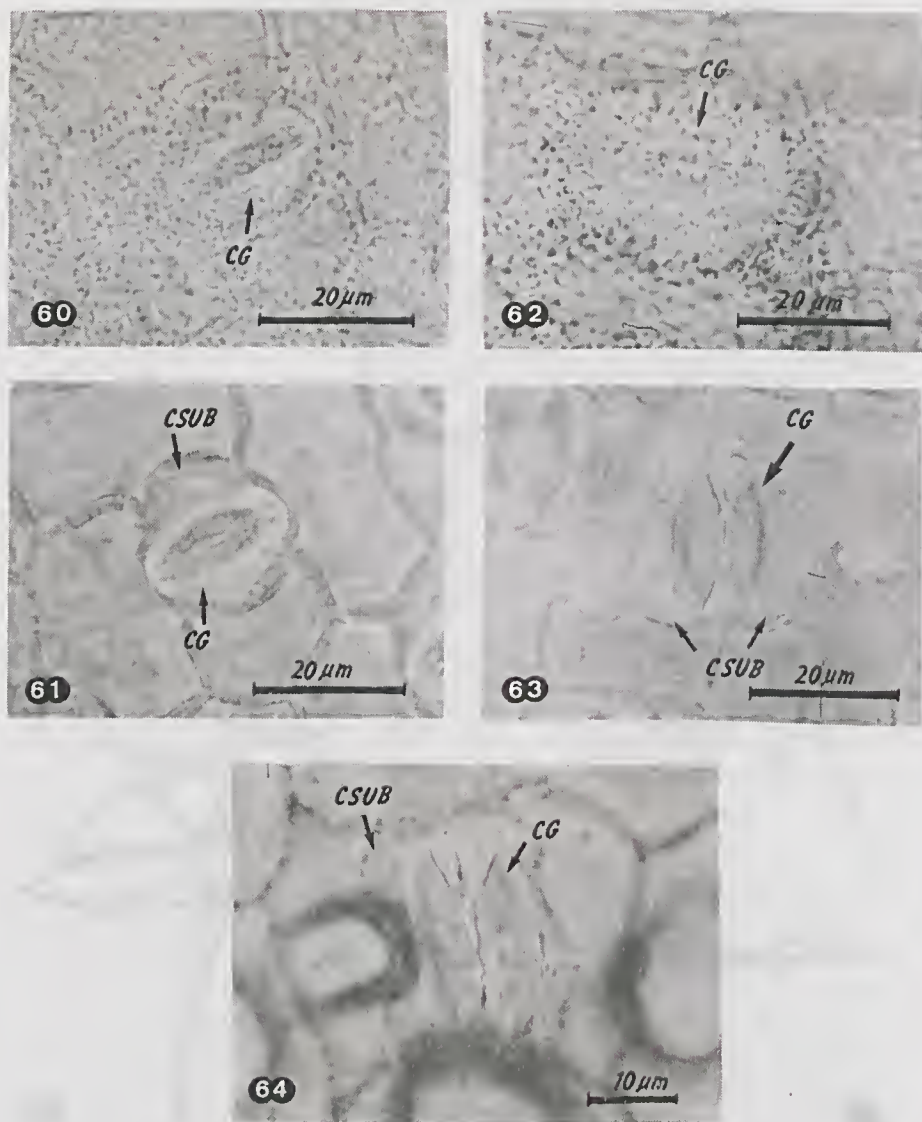
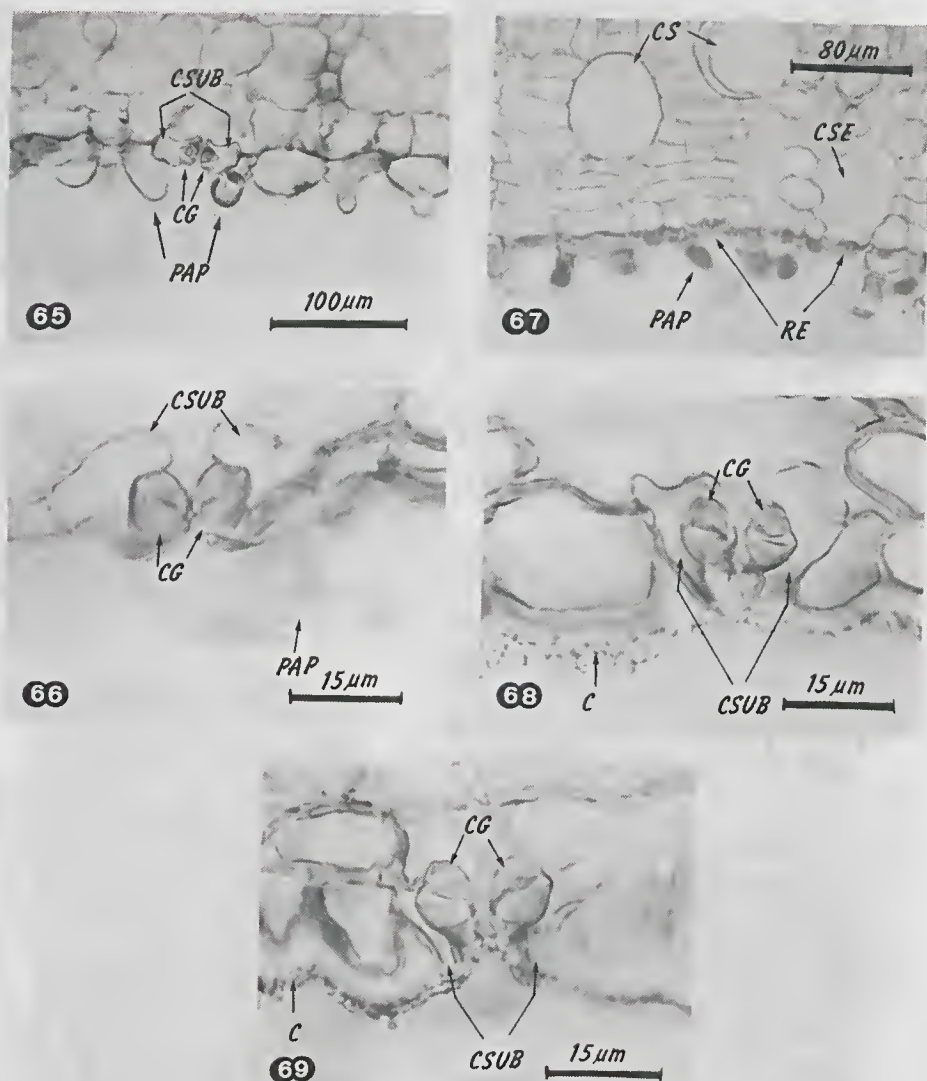
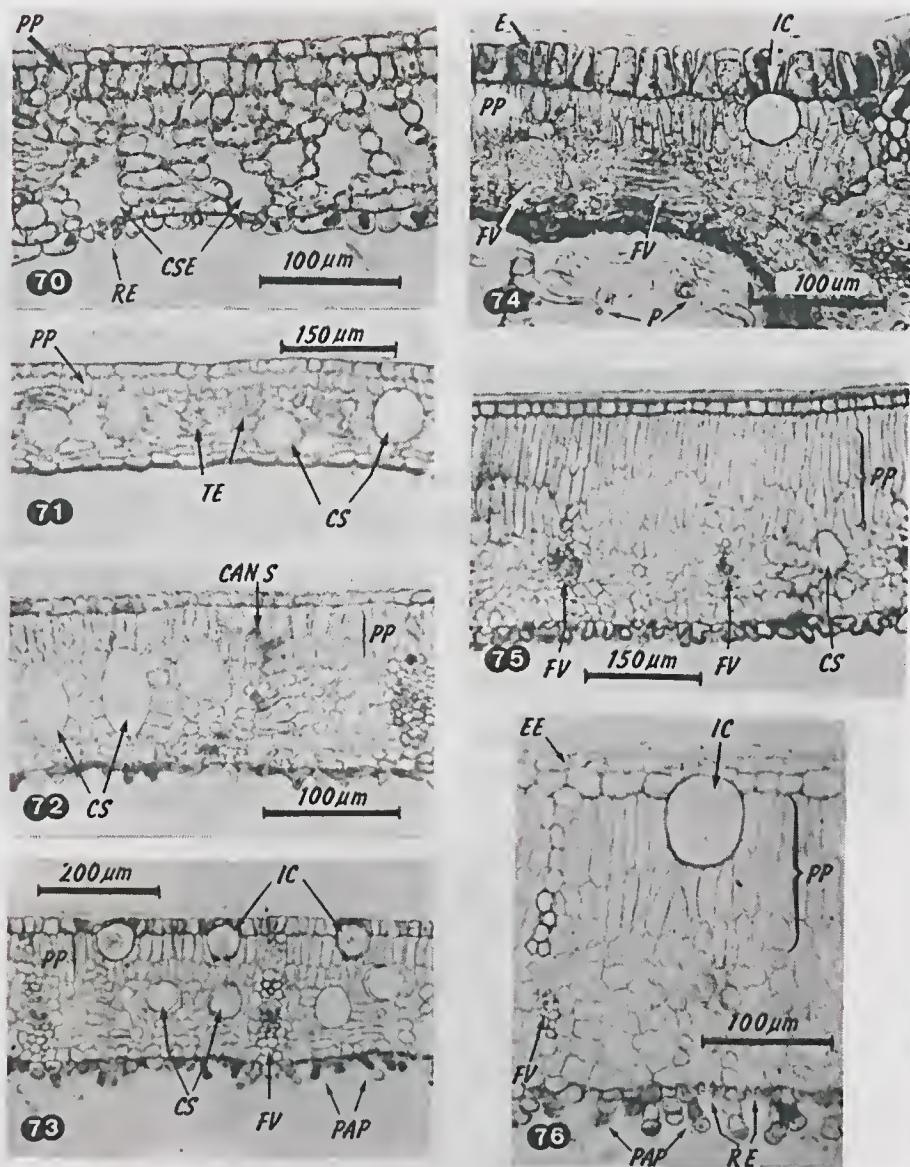
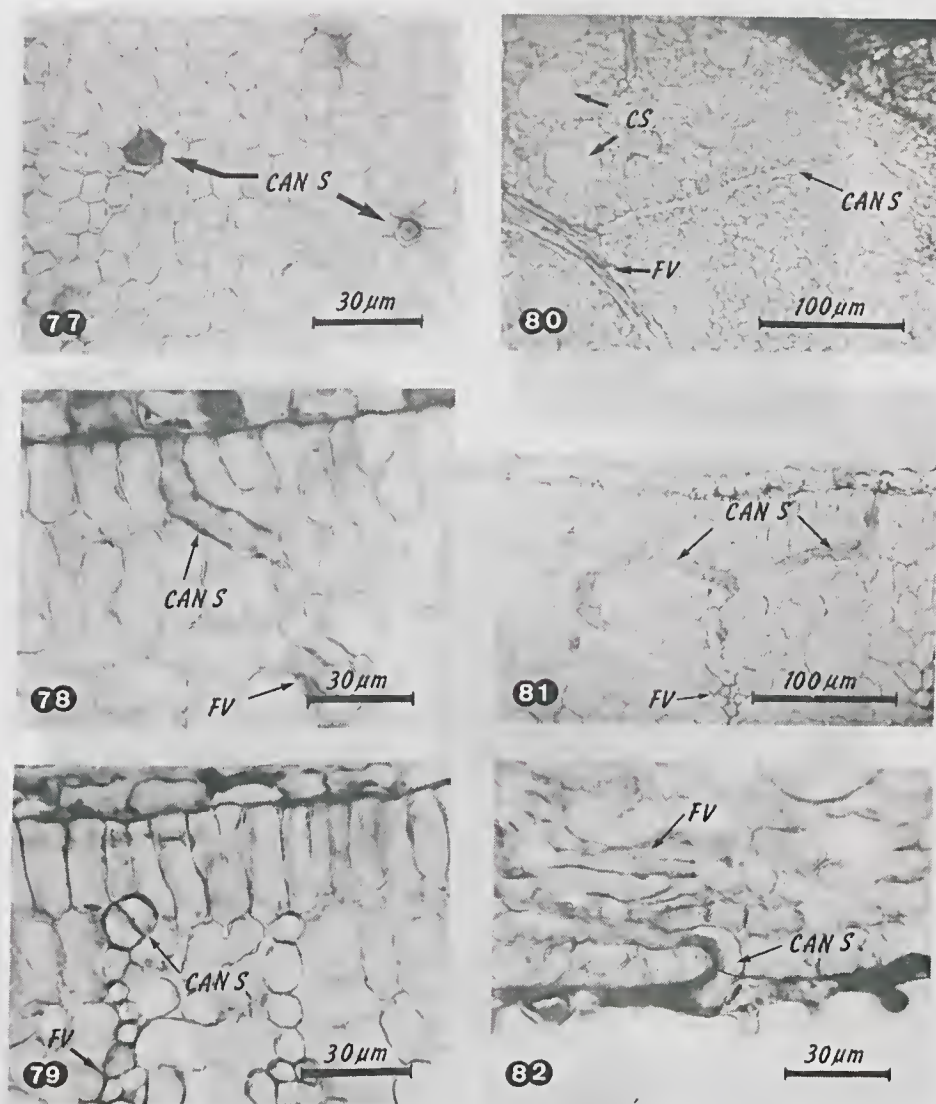
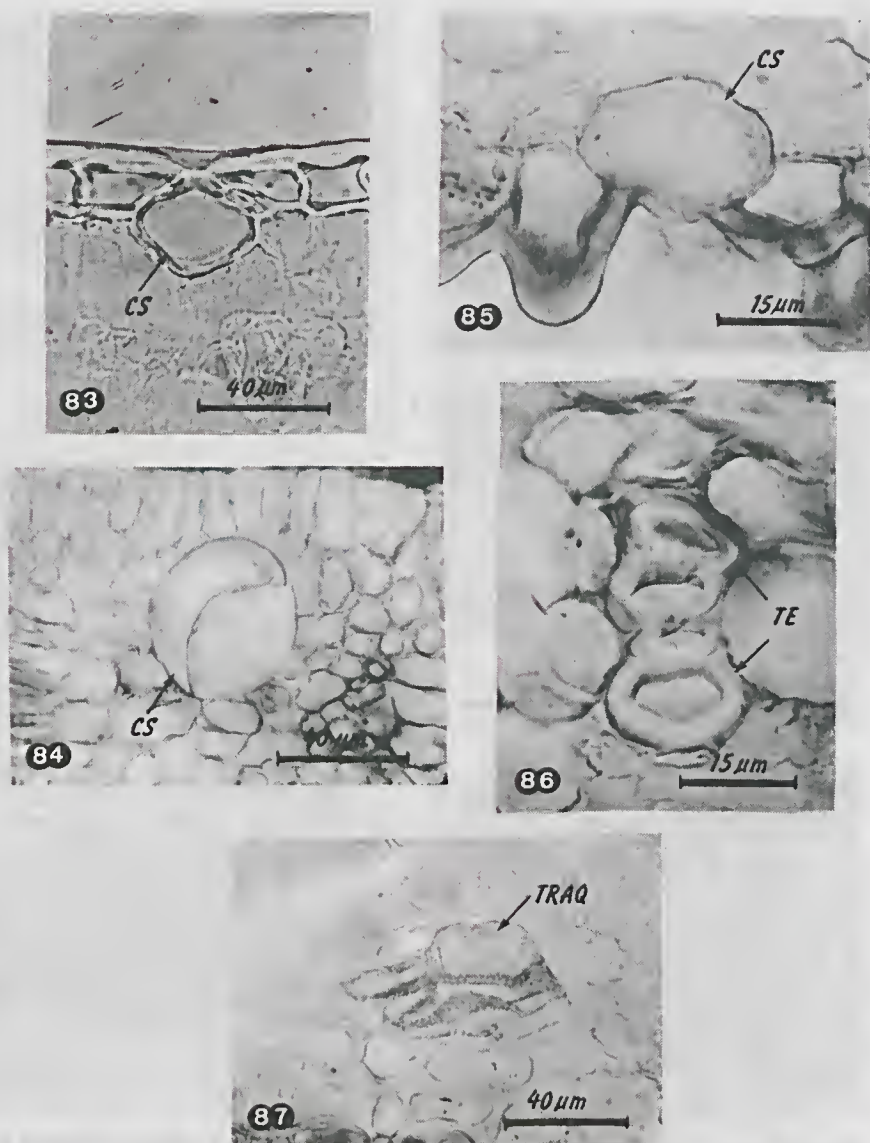



Figura 59.a - Pêlo séssil ramificado obtido por raspagens da epiderme de *V. dixonii* com ramos articulados no mesmo plano e em planos superpostos visto de perfil. b - Pêlo séssil ramificado obtido por raspagens da epiderme abaxial de *V. urbaniana* com ramos articulados de forma quase unisseriada. c - Pêlo pediculado ramificado de *V. megacarpa*.

Figuras 60 a 64 - Epiderme abaxial em vista frontal, detalhe dos tipos estomáticos. 60 - *V. cuspidata:* Estômato tipo "elongata". 61 - Idem, com foco num nível mais interno. 62 - *V. sebifera:* Estômato tipo "elongata" escondido pelas células subsidiárias e ornamentação da cutícula. 63 - *V. caducifolia:* Estômato tipo "multinervia" com áreas polares sem espessamento. 64 - *V. carinata:* Estômato tipo "multinervia". CG = célula-guarda e CSUB = célula subsidiária.

Figuras 65 a 69 - Corte transversal da folha, epiderme abaxial. 65 - *V. multicostata (O.P. Monteiro & M.M.N. Braga* 1438 - INPA 66736): Epiderme com papilas, estômato tipo "multinervia". 66 - *V. guggenheimii:* Detalhe do estômato tipo "multinervia". 67 - *V. albidiflora (O.P. Monteiro & J. Lima* 29 - INPA 98974): Detalhe de papilas bi e tricelulares isolando internamente a região dos estômatos. 68 - *V. obovata:* Detalhe do estômato tipo "elongata" escondido pelas células subsidiárias e cutícula ornamentada. 69 - *V. sebifera:* Detalhe do estômato tipo "elongata" escondido pelas células subsidiárias e cutícula ornamentada. C - cutícula, CG - célula-guarda, CS - célula secretora, CSE - câmara subestomática, CSUB - célula subsidiária, PAP - papila e RE - região de estômato.

Figuras 70 a 76 - Aspecto geral do corte transversal da folha. 70 - *V. elongata (I.A. Aguiar & O.P. Monteiro* s/n - INPA 124975). 71 - *V. obovata*. 72 - *V. multicostata (O.P. Monteiro & M.M.N. Braga* 1438 - INPA 66736). 73 - *V. albidiflora (O.P. Monteiro & J. Lima* 29 - INPA 98974). 74 - *V. caducifolia (B. Albuquerque & L. Coêlho* s/n - INPA 82105). 75 - *V. subsessilis*. 76 - *V. surinamensis (O.P. Monteiro & J. Lima* 34 - INPA 98979). CANS - canal secretor, CS - célula secretora, CSE - câmara subestomática, E - epiderme, EE - epiderme estratificada, FV - feixe vascular, IC - idioblasto cristalífero, P - pêlo, PAP - papilas, PP - parênquima paliçádico, RE - região de estômato, TE - terminação vascular esclerificada.

Figuras 77 a 82 - Detalhe de canais secretores em *V. multicostata* (*O.P. Monteiro & M.M.N. Braga* 1438 - INPA 66736). 77 - Em corte paradérmico da folha na região do parênquima paliçádico. 78 - Em corte transversal da folha saindo da periferia de um feixe vascular e atravessando o parênquima paliçádico em direção à epiderme. 79 - Em corte transversal da folha, na extremidade adaxial de um feixe vascular. 80 - Em corte paradérmico da folha na região do parênquima paliçádico acompanhando os feixes vasculares. 81 - Percurso de um canal secretor entre os tecidos adaxiais da folha, em corte transversal. 82 - Percurso de um canal secretor saindo da extermidade abaxial do feixe vascular abrindo-se na epiderme do mesmo lado. CANS - canal secretor e FV - feixe vascular.

Figuras 83 a 87 - Células secretoras em corte transversal da folha. 83 - *V. gardneri:* célula secretora abrindo-se na epiderme adaxial. 84 - *V. multicostata (O.P. Monteiro & M.M.N. Braga* 1438 - INPA 66736): Célula secretora do mesofilo com parte da parede deslocada, com conteúdo. 85 - *V. minutiflora:* Célula secretora abrindo-se na epiderme abaxial entre papilas. 86 e 87 - Terminações vasculares em corte transversal da folha. 86 - *V. elongata:* Terminação esclerificada. 87 - *V. minutiflora:* Terminação com traqueídeos livres no parênquima. CS - célula secretora, TE - terminação esclerificada e TRAQ - traqueídeos.

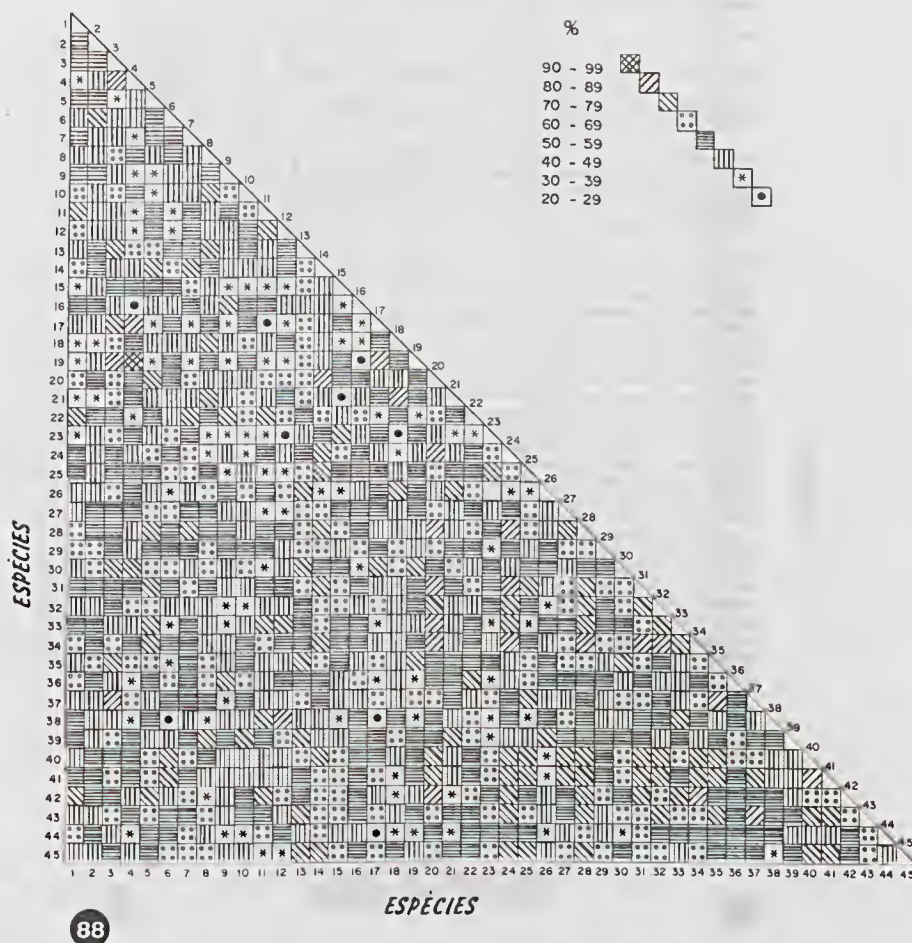



Figura 88 - Matriz de similaridade fenética entre 45 binômios de *Virola* baseada nos caracteres anatômicos observados em fragmentos de folhas herborizadas reidratadas: 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - V. oleifera, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

Figura 89 - Fenograma obtido a partir da similaridade fenética entre 45 espécies de *Virola*, baseado nos caracteres anatômicos da folha. Obs.: tanto caracteres considerados constantes como variáveis para o grupo foram incluídos neste fenograma. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - *V. oleifera*, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

Figura 90 - Fenograma obtido a partir da similaridade fenética entre 47 espécies de *Virola* baseado apenas nos caracteres anatômicos da folha considerados constantes para o grupo: 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. kukachkana*, 18 - *V. lepidota*, 19 - *V. lieneana*, 20 - *V. loretensis*, 21 - *V. macrocarpa*, 22 - *V. malmei*, 23 - *V. marlenei*, 24 - *V. megacarpa*, 25 - *V. michelii*, 26 - *V. micrantha*, 27 - *V. minutiflora*, 28 - *V. mollissima*, 29 - *V. multicostata*, 30 - *V. multiflora*, 31 - *V. multinervia*, 32 - *V. obovata*, 33 - *V. officinalis*, 34 - *V. oleifera*, 35 - *V. parvifolia*, 36 - *V. pavonis*, 37 - *V. peruviana*, 38 - *V. polyneura*, 39 - *V. rufula*, 40 - *V. rugulosa*, 41 - *V. sebifera*, 42 - *V. sessilis*, 43 - *V. subsessilis*, 44 - *V. surinamensis*, 45 - *V. theiodora*, 46 - *V. urbaniana*, 47 - *V. venosa*.

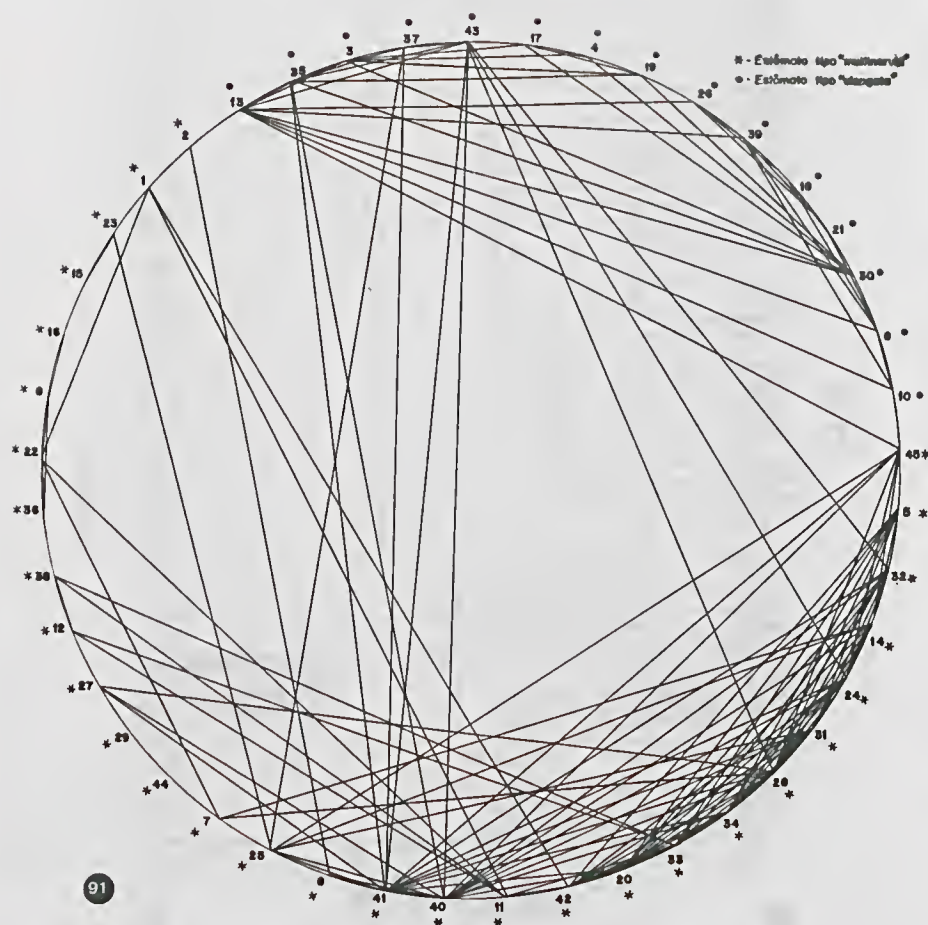



Figura 91 - Diagrama de círculo de 45 espécies de *Virola* ligadas com 70% de similaridade fenética, onde é possível observar dois grupos definidos: um cujas espécies têm estômatos tipo "elongata" e outro com estômato tipo "multinervia". Obs.: as espécies que apresentam maior número de traços ligando-as às outras espécies são aquelas mais relacionadas com o ancestral. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - *V. oleifera*, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

Figura 92 - Relações das espécies de *Virola* com o ancestral hipotético - espécies mais próximas do ancestral estão localizadas próximas ao vértice do ângulo (= ancestral). P = número de estados em comum entre cada duas espécies, K = número de estados de cada espécie e X = espécie. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - *V. oleifera*, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

93

Figura 93 - Relação das espécies com o ancestral hipotético e tipos de estômatos encontrados em *Virola*, onde se observa um paralelismo evolutivo entre espécies com estômatos tipo "elongata" e "multinervia". P = número de estados em comum entre cada duas espécies, K = número de estados de cada espécie e X = espécie. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - *V. oleifera*, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

Figura 94 - Relação das espécies com o ancestral hipotético e tipos de pêlos encontrados na folha de *Virola*. P = número de estados em comum entre cada duas espécies, K = número de estados de cada espécie e X = espécie. Obs.: as espécies com pêlos sésseis que ocupam uma posição distante do ancestral, junto aquelas de pêlos pediculados, são as que possuem pêlos de paredes e ramos inflados. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. coelhoi*, 7 - *V. crebrinervia*, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 - *V. lepidota*, 18 - *V. loretensis*, 19 - *V. macrocarpa*, 20 - *V. malmei*, 21 - *V. marlenei*, 22 - *V. megacarpa*, 23 - *V. michelii*, 24 - *V. micrantha*, 25 - *V. minutiflora*, 26 - *V. mollissima*, 27 - *V. multicostata*, 28 - *V. multiflora*, 29 - *V. multinervia*, 30 - *V. obovata*, 31 - *V. officinalis*, 32 - *V. oleifera*, 33 - *V. parvifolia*, 34 - *V. pavonis*, 35 - *V. peruviana*, 36 - *V. polyneura*, 37 - *V. rufula*, 38 - *V. rugulosa*, 39 - *V. sebifera*, 40 - *V. sessilis*, 41 - *V. subsessilis*, 42 - *V. surinamensis*, 43 - *V. theiodora*, 44 - *V. urbaniana* e 45 - *V. venosa*.

Figura 95 - Esquema da evolução estrutural dos pêlos dentro do gênero *Virola*, partindo dos pêlos mais simples para os mais complexos.

Gráfico 1 - Número de estruturas; estômatos, bases de pêlos da epiderme adaxial e bases de pêlos da epidermes abaxial por 0,17 um² de folha das espécies de *Virola*. Observar número de pêlos tanto de epiderme abaxial quanto abaxial em geral pequeno, porém na maioria das espécies com pêlos de paredes finas e ramos inflados, este número é relativamente maior, quase sempre igualando o número de estômatos. * = número de estômatos e ** = número de pêlos da epiderme abaxial resultantes de uma única contagem. 1 - *V. albidiflora*, 2 - *V. caducifolia*, 3 - *V. calophylla*, 4 - *V. calophylloidea*, 5 - *V. carinata*, 6 - *V. cochoi*, 7 - V. crebrinervia, 8 - *V. cuspidata*, 9 - *V. decorticans*, 10 - *V. divergens*, 11 - *V. dixonii*, 12 - *V. duckei*, 13 - *V. elongata*, 14 - *V. flexuosa*, 15 - *V. gardneri*, 16 - *V. guggenheimii*, 17 -*V. kukachkana*, 18 -*V. lepidota*, 19 - *V. lieneana*, 20 - *V. loretensis*, 21 - *V. macrocarpa*, 22 - *V. malmei*, 23 - *V. marlenei*, 24 - *V. megacarpa*, 25 - *V. michelii*, 26 - *V. micrantha*, 27 - *V. minutiflora*, 28 - *V. mollissima*, 29 - *V. multicostata*, 30 - *V. multiflora*, 31 - *V. multinervia*, 32 - *V. obovata*, 33 - *V. officinalis*, 34 - *V. oleifera*, 35 - *V. parvifolia*, 36 - *V. pavonis*, 37 - *V. peruviana*, 38 - *V. polyneura*, 39 - *V. rufula*, 40 - *V. rugulosa*, 41 - *V. sebifera*, 42 - *V. sessilis*, 43 - *V. subsessilis*, 44 - *V. surinamensis*, 45 - *V. theidora*, 46 - *V. urbaniana* e 47 - *V. venosa*.

isolados, denotando que no teste não existe uma determinação orientada da metodologia para resultados programados ou viciados, de tal forma que o teste revela a natureza da relação real entre as espécies em função dos dados coletados, em função da similaridade e da premissa de que o ancestral hipotético retém as características mais comuns.

Neste trabalho apesar de terem sido feitas duas tabelas, a segunda resultante de uma reflexão quanto à primeira, reconhece-se a possibilidade de melhorar a colocação de alguns itens, ou seja, reconhece-se que a organização da tabela deve ser repensada e ponderada, explorando a literatura pertinente, o que será mais lógico quando da avaliação da folha como um todo. Valeu aqui, além de tudo, o espaço criado para as interrogações que ficaram.

AGRADECIMENTOS

Ao INPA e demais instituições que possibilitaram a realização deste trabalho; a todos os professores que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação científica, especialmente ao Dr. Pe. Leopoldo Krieger e Dr. Ghillean T. Prance; ao Dr. William A. Rodrigues por todo o auxílio e pelas Virolas; a todos os amigos que participaram de alguma forma na elaboração deste, especialmente ao Sr. Osmarino Pires Monteiro, eu agradeço! foi-me permitida uma grande viagem! um grande aprendizado! Obrigada!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, I.W. & SMITH, A.C. 1954. Degeneriaceae, a new family of flowering plants from Fiji. Contributions to Plant Anatomy. *Chron. Bot*, Leiden, 15 (1/6): 149-157.

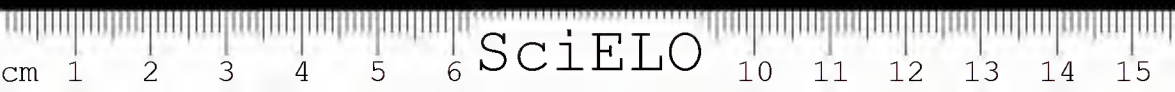
BARANOVA M. 1972, Systematic anatomy of the leaf epidermis in the Magnoliaceae and some related families. TAXON - 21 (4): 447-469.

BERNARDI, L. R. & SPICHIGER, R. 1980. Las Myristicáceas del Arboretum Jenaro Herrera. *Candollea*, 35: 133-182.

BRAGA, M.M.N. 1982. *Aspectos anatômicos das folhas de* Virola *Aublet (Myristicaceae) como contribuição para sua taxonomia.* Manaus, INPA/FUA: 271 p. Tese de doutorado.

BRAGA, M.M.N. 1984. Sobre a ocorrência de estômatos "graminóides" em espécies do gênero *Virola* e em outras dicotiledôneas. *Acta Amazon.* Manaus, 14 (3-4): 521-525.

CARREIRA, L.M.M. 1985. Estudo palinológico das espécies de *Virola* Aublet (Myristicaceae) do Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot.* 2 (1): 29-76.

DUCKE, A. 1936. Notes on the Myristicaceae of Amazonian Brazil, with descriptions of new species. II. *J. Wash. Acad. Sci.*, 26 (6): 253-264.

DUCKE, A. 1938. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazoniénne (10ª sér.). *Arch. Inst. Biol. Veg.*, 4 (1): 1-64, il.

FOSTER, A.S. 1956. Plant idioblasts: Remarkable examples of cell specialization. Protoplasma. 46: 184-193.

FRANCESCHI, V.R. & HORNER, Jr., H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *Bot. Rev.*, Lancaster, 46 (4): 361-427.

FRIES, R. 1959. Annonaceae. In: ENGLER, A. & PRANTL, K. *Die natürlichen pflanzenfamilien.* 17 a (2). Berlin, Duncker & Humblot, 229 p.

GARRATT, G.A. 1933, Systematic anatomy of the woods of the Myristicaceae. *Trop. Woods.* 35: 6-48.

GOTTLIEB, O.R. & SALATINO, A. 1987. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. *Ciênc. Cult.* 39 (8): 707-716.

HABERLANDT, G. 1928. *Physiological Plant Anatomy.* London, Macmillan, 393 p.

KOSTER, J. & BAAS, P. 1981. Comparative leaf anatomy of the asiatic Myristicaceae. *Blumea.* 27 (1): 115-173.

LERSTEN, N.R. & CARVEY, K.A. 1974. Leaf anatomy of ocotillo (fouquieria splendens: Fouquieriacaee) especially vein endings and associated veinlet elements. *Can. J. Bot.,* 52: 2017-2021.

LISBOA, P.L.B.; LOUREIRO, A.A. & SILVA, J.C.A. da 1984. Identificação macroscópica do lenho das Myristicaceae da Amazônia brasileira. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Bot.* 1 (1/2): 37-65.

MARTIN-LAVIGNE. 1909. Recherches sur les bois de la Guyane. *Trav. Labs. de Matiére Méd.* Paris, 4 (2): 1-84.

MAUSETH, J.D. 1988. *Plant Anatomy.* Menlo Park, Benjamin/Cummings, 560 p.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons:* V.2, Oxford, Clarendon Press, p. 725-1500.

METCALFE, C.R. 1987. *Anatomy of the Dicotyledons. Magnoliales, Iliciales and Laurales.* v. 3. New York, Oxford Univ. Press. 224 p.

MONEY, L.L.; BAILEY, I.W. & SWAMY, B.G.L. 1950. The morphology and relationships of the Monimiaceae. *J. Arnold Arbor.* Lancaster. 31: 372-475.

NAPP-ZINN, K. 1973. *Anatomie des Blattes II - Angiospermen A,1.* Berlin, Gebrüder Borntraeger, 764 p.

PANT, D.D. & KHARE, P.K. 1971. Epidermal structure of Psilotales and stomatal ontogeny of *Tmesipteris tannensis* Bernh. *Ann. Bot.,* 35: 151-157.

PAULA, J.E. 1974. Estômatos de Guttiferae. Estudo morfológico, dimensional e quantitativo. *Acta Amazon,* Manaus 4 (3): 23-39.

PAULA, J.E. 1976. Anatomia de *Lorostemon coelhoi* Paula, *Carapa valioi* Paula aff. *macropoda* Klotzsch (Guttiferae da Amazônia). *Acta Amazon.* Manaus 69 (3): 273-291.

PAULA, J.E. & HERINGER, E.P. 1979. Duas espécies da flora do Planalto Central Brasileiro. *Virola sebifera* Aubl. e *Virola lieneana* sp. nov. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 30: 246. Anais. Campo Grande, SBB.

RODRIGUES, W.A. 1980. Revisão taxonômica das espécies de Virola Aublet (Myristicaceae) do Brasil. *Acta Amazon.* 10 (1): 1-127. Suplemento.

ROE, K. 1974. A simple technique for measuring phenetic similarity in *Solanum* using edge-punched cards. *Taxon.* 23 (5/6): 707-713.

ROTH, I. 1977. Anatomia y textura foliar de plantas de la Guyana Venezolana. *Acta Bot. Venez., 12: 79-146.*

SALLES, A.J. E. H. & PAULA, J.E. de. 1979. Estudo da pindaíba da mata ciliar inundada do Distrito Federal (Xylopia emarginata Mart.) Annonaceae. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 30. Anais: 246, Campo Grande, SBB.

SIDDIQUI, M.R. & WILSON, T.K. 1975. Leaf anatomy of the genus Knema (Myristicaceae). *Biologia.* 21 (2): 167-175.

SITHOLEY, R.V. 1971. Observations on the three dimensional structure of the leaf cuticle in certain plants. *Ann. Bot.,* 35: 637-639.

SMITH, A.C. & WODEHOUSE, R.P. 1937. The american species of Myristiceae. *Brittonia,* 2 (5): 393-510, il.

SOLEREDER, H. 1908. *Systematic Anatomy of the Dicotyledons,* Oxford, Clarendon Press. V.2.

SOUSA, H.C. 1989. *Anatomia foliar do gênero Compsoneura Warb. (Myristicaceae) uma contribuição à sua taxonomia* - Manaus, INPA/FUA. 277 p. Tese de mestrado.

TOMLINSON, P.B. 1969. *Anatomy of the Monocotyledons. III. Commelinales* - Zingiberales. Oxford, Metcalfe, 446 p.

TUCKER, S.C. 1964. The terminal idioblasts in Magnoliaceous leaves. *Am. J. Bot.,* 51 (10): 1051-1062.

UPHOF, J.C. 1959. Myristicaceae. In: ENGLER, A. & PRANTL, K. *Die Naturlichen Pflanzenfamilien.* Berlin, Dunker & Humblot, 229 p.

VATTIMO, I. 1975. Anatomia foliar de três espécies conhecidas de pau-rosa. XL. Chave para identificação das espécies. *Acta Amazon.,* Manaus 5 (2): 147-152.

VILHENA, R.C.Q. de. 1978. Anatomia foliar de três espécies da família Humiriaceae. *Acta Amazon.* Manaus, 8 (1): 25-43.

WALKER, J.W. & WALKER, A.B. 1979. Comparative pollen morphology of the American Myristicaceous genera Compsoneura and Virola. *Ann. Miss. Bot. Gdn.,* 66 (4): 731-755.

WARBURG, O. 1895. Ueber die Haarbildung der Myristicacee. *Ber. Deutschen Bot. Ges.,* 13: 78-82, il.

WARBURG, O. 1897 - Monographie der Myristicaceen. *Nova Acta Acad. Leop. Carol.,* 68: 1-680, il.

WILKINSON, H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf). V. The cuticle. In: METCALFE, C.R. & CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons.* 2. ed. V. 1., Oxford, Clarendon Press. P. 97-165.

ZIMMERMAN, M.H. 1983. *Xylem structure and the ascent of sap.* Berlin, Spring-Verlag.

Recebido em 20.05.91
Aprovado em 03.12.91

CDD: 583.32109811

LEGUMINOSAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA - II
Cedrelinga Ducke (Leg. Mimos.)

Marlene Freitas da Silva[1]

Léa Maria Medeiros Carreira[2]

Angélica de Lima Cortês[1]

RESUMO - Este estudo faz parte do Projeto Leguminosas da Amazônia Brasileira. Nele é tratado o gênero monotípico Cedrelinga *Ducke, representado pela espécie* C. catenaeformis *(Ducke) Ducke, cuja distribuição é restrita à região neotropical, em especial à Amazônia. Além do tratamento taxonômico, outras informações estão incluídas, como a morfologia do pólen.*

PALAVRAS-CHAVE: Leguminosae, Taxonomia, Amazônia.

ABSTRACT - This study is part of the Brazilian Amazon Leguminosae Project. A monotypic genus is treated: Cedrelinga *Ducke, represented by the species* C. catenaeformis *(Ducke) Ducke, found only in the neotropics, especially Amazônia, Supplementary information, such as pollen morphology, is provided in addition to the taxonomic treatment.*

KEY WORDS: Leguminosae, Taxonomy, Amazônia.

[1] SCT/Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Caixa Postal 478, Manaus, AM.
[2] SCT/CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, Depto. de Botânica, Caixa Postal 399, CEP 66040, Belém, PA.

INTRODUÇÃO

O estudo do gênero *Cedrelinga* Ducke faz parte do projeto Leguminosas da Amazônia Brasileira, o qual foi iniciado com o levantamento dessas espécies nos principais herbários da região (Silva *et al.* 1989), com o objetivo de atualizar a taxonomia dos diversos *taxa*, atendendo assim às expectativas da vasta região amazônica, onde muitas espécies estão ameaçadas devido ao processo ocupacional e desenvolvimentista atual da região.

O gênero *Cedrelinga,* descrito por Ducke em 1922, é monotípico, tendo a espécie *C. catenaeformis* (Ducke) Ducke como tipo genérico. Trata-se de um gênero restrito à região neotropical e tem a Amazônia como seu centro de distribuição natural. Por ser considerado de grande importância econômica, diversos estudos abordando vários aspectos já foram realizados: da madeira ocuparam-se Record & Hess (1949), Loureiro & Silva (1968), Lima Frazão (1983) e Cardias & Jesus (1985); do pólen, Sorsa (1969) e Guinet *in* Polhill & Raven (1981); os primeiros estudos silviculturais foram feitos por Alencar & Araújo (1980); Magalhães & Blum (1984); Varela & Barbosa (1986/87) estudaram o sistema de acondicionamento das sementes, e Sampaio *et al.* (inédito) fez um estudo sobre a metodologia de espaçamento para plantio da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo taxonômico foram utilizadas as coleções depositadas nos herbários do INPA, MG e IAN.

A identificação e a descrição da espécie seguiram a metodologia clássica para os trabalhos de taxonomia (dissecação e mensuração), comparando-se o material estudado com a coleção-tipo e a descrição original da espécie. Outras informações adicionais foram retiradas de bibliografia especializada, das etiquetas do material consultado, completadas com observações feitas no campo.

Foi utilizado o sinal de exclamação (!) após a classificação do tipo examinado.

Na preparação das lâminas de pólen foi utilizado o método de acetólise de Erdtman (1952). Nas descrições polínicas foi usada a seqüência de Erdtman (1969) e a nomenclatura baseada no Glossário Ilustrado de Palinologia de Barth & Melhem (1988). As fotomicrografias de luz foram obtidas no fotomicroscópico ZEIS e as de varredura no microscópio eletrônico JEOL-25 S-II a 12,5 KV.

Siglas e abreviações usadas nas descrições e nas estampas:

Amb = âmbito
D = densidade
DAP = diâmetro à altura do peito
D/C = diâmetro/comprimento
DE = diâmetro equatorial do grão de pólen
DM = diâmetro maior da políade
Dm = diâmetro menor da políade
DP = diâmetro polar do grão de pólen
IAN = Instituto Agronômico do Norte, atualmente EMBRAPA/CPATU
INPA = Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
MEV = microscopia eletrônica de varredura
MG = Museu Paraense Emílio Goeldi
ML = microscopia de luz
P-MG = palinoteca do MG
VG = vista geral

HISTÓRIA E POSIÇÃO TAXONÔMICA DO GÊNERO

O gênero *Cedrelinga,* descrito por Ducke (1922), é monotípico e tem a espécie *C. catenaeformis* (Ducke) Ducke como tipo genérico. A espécie como originalmente descrita foi incluída por Ducke (1915) no gênero *Piptadenia,* Secção II Piptocarpa, desconhecendo, o autor, a morfologia da flor e, principalmente, "la forme absoluement singulière de son fruit".

Como citado anteriormente, Ducke (1922) reconsiderou seu posicionamento verificando a instabilidade da espécie no gênero *Piptadenia,* criando assim o novo gênero *Cedrelinga.* Assim, a posição taxonômica do gênero somente deve ser considerada dentro dos sistemas de classificação contemporâneos, como os de Hutchinson (1926, 1959, 1967, 1969, 1973), Takhtajan (1969) e Cronquist (1968, 1981), na original tribo *Ingeae* de Bentham & Hooker (1862-1865), caracterizada pelos *lobos do cálice valvares e numerosos estames soldados na base formando um tubo* (Elias *in* Pohlhill & Haven, 1981), o que a distingue da tribo *Acacieae,* onde os estames são livres.

As tendências evolucionárias da tribo *Ingeae* e outras são citadas por Nielsen *in* Pohlhill & Raven (l.c.).

Sorsa (1969), ao colocar o gênero *Cedrelinga* no tipo polínico *Affonsea*, Grupo V, concluiu que este grupo é o mais homogêneo com relação à morfologia do pólen. Conseqüentemente tem sido difícil subdividir o grupo em tipos polínicos e também encontrar qualquer relação filética ou taxonômica e tendências evolutivas no mesmo. O referido autor considera, ainda, que a morfologia do pólen do Grupo V revela clara relação entre os gêneros incluídos no tipo *Affonsea*. Taxonomicamente, os gêneros *Samanea* e *Albizia (Cathormion)* são segregados do gênero *Pithecellobium* e que entre os gêneros *Cedrelinga* e *Pithecellobium* há estreita afinidade (Ducke 1922), diferindo entre si, particularmente (Nielsen *in* Pohlhill & Raven (l.c.)):

CEDRELINGA Ducke	*PITHECELLOBIUM* Mart.
Estípulas: não espinescentes	*Estípulas:* espinescentes
Sementes: sem arilo e sem pleurograma	*Sementes:* com arilo funicular e com pleurograma aberto

TRATAMENTO TAXONÔMICO

Cedrelinga Ducke in Ducke, *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 3:70-71, est. 6, 1922. Macbride, *Fl. Peru* 13(3-1):65-66. 1943. Hutchinson, *The Genera of Flowering Plants* (Angiospermae). Dicotylenes, vol. 1:295. 1967.

Árvore grande de copa estreita cujo aspecto da córtex lembra a do verdadeiro "cedro" *(Cedrela odorata)*. Folhas bipinadas, alternas, longo-pecioladas com uma glândula nectarífera na ráquis próximo ao ponto de inserção das pinas: pecíolo subcilíndrico; pinas 3-4 pares, opostas; foliólulos grandes, coriáceos, assimétricos, a face superior lustrosa, a inferior opaca. Inflorescência composta de capítulos paucifloros, dispostos em panículas axilares, terminais ou subterminais; flores hermafroditas, sésseis, 5-laciniadas. Fruto, lomento estipitado, pêndulo, achatado, 4-5(6) articulado, torcido nas articulações, artículos 1-seminados.

1. *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro*: 3:70-71, est. 6, 1922 (Estampa *1*).

    Piptadenia catenaeformis Ducke, *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 1:17, t. 5 e 6. 1915. *Tipos:* Brasil. Pará, "próximo de Oriximiná, no rio Trombetas inferior" mar. 1915, Ducke, s.n. (Lectótipo! MG 15710). Brasil, Pará, Óbidos, 6/III/1915, *A. Ducke* s.n. (Parátipo! MG 15704).

Árvore grande, 25-35 (48-70 m) de altura; córtex espessa, estriada longitudinalmente, exfoliativa, rugosa. Folhas bi-pinadas, longo-pecioladas: maiores do que em *Piptadenia poeppigii,* pecíolo subcilíndrico, 4-65 cm de comprimento, canaliculado, com uma glândula no ápice; ráquis de 3,5-10(19) cm de comprimento, ligeiramente anguloso, estriado, com uma glândula na extremidade distal, dilatado na base, pinas 3-4 pares, opostas, peciololadas; peciólulos de 4-5 mm de comprimento; folíolos coriáceos, ovado-elípticos, 5-10 (12) cm de comprimento por 3-6 (6,5) cm de largura, freqüentemente assimétricos, ápice acuminado, base irregular, margem inteira, ondulada, revolutiva, face superior lustrosa e inferior opaca; nervuras (primária, secundárias e terciárias) proeminentemente visíveis em ambas as faces; nervação peninérvea, inflorescência em capítulos paucifloros, 8 m de diâmetro, dispostos em panículas axilares, terminais ou subterminais, pedúnculo de 1,5 (2) cm de comprimento; ráquis freqüentemente de 15 cm de comprimento, canopubescentes; flores reniformes, sésseis, hermafroditas; cálice cupuliforme, sub-glabro a glabrescente, 1 mm de comprimento, 5-laciniados; lacínias triangulares; corola verde-amarelada, 4 mm de comprimento, profundamente 5-fendida; estames brancos, o dobro do comprimento da corola; conatos em um tubo, enrolados no botão. Fruto lomento, achatado, pêndulo, indeiscente, base estipitada, 1,5 m de comprimento, fortemente articulado formando compridas cadeias planas, torcido nas articulações, o artículo terminal quase sempre abortado; artículos cartáceos, indeiscentes, bi-valvares, 3-5 (6) uniespermos, 12-15 (18) cm de comprimento por 3-4 cm de largura, superfície reticulado-venosa com uma das margens espessa; semente plana, verde quando madura, elíptica, 5-6/fruto, unisseriada por artículo, 2.5-3 (3.5) cm de comprimento por 1.5 cm de largura, sem arilo; testa lustrosa, marrom, delgada, papirácea, transparente; hilo punctiforme subapical; endosperma ausente; cotilédones simples com um único eixo radicular; embrião reto; plúmula rudimentar. Germinação fanerocotiledonar, plântula com apenas 1 par de folíolos por folha.

Material Examinado. BRASIL. Amazonas: Manaus, Campus do INPA, out (est), Cortês 011 (INPA); Cachoeira Tarumã, out (est), *Ducke* 805 (INPA, MG); id., mai (est), *Rodrigues* 5238 (INPA); id., jan (fr), *Vieira* s.n. (INPA 20874); Reserva Ducke, mar (est), *Albuquerque* s.n. (INPA 143004); id., fev (est), *Mello & Ramos* s.n. (INPA 55222, 55223, 55226); id., fev (fl), *Reis* s.n. (INPA 57707); id., 1976 (est), *Reis* s.n. (INPA 57711); id., ago (est), *Reis* s.n. (INPA 58587); id., jul (est), *Rodrigues* 8188 (INPA); Hidrel. Balbina, dez (est), *Silva* 98, 99, 100 (INPA). Acre: Cruzeiro do Sul, próximo ao aeroporto novo, nov (fr), *Monteiro & Damião* 402 (INPA, MG). Rondônia: Itapoã do Oeste. Fl. Nac. Jamari, set (fl), *Sérgio & Neponuceno* 317 (INPA); id., ago (est), *Sérgio & Neponuceno* 265, 294, 308 (INPA); id., fev (est), id. 279 (INPA). COLÔMBIA. Caquetá, Puerto Boy, dez (est), *Torres* 649 (INPA). PERU. Pucalpa. Carr.

Figura 1 - *Cedrelinga catenaeformis.* A) Hábito de um ramo com flores; B) Capítulo em detalhe; C) Lomento; D) Botão floral na pré-antese; E) Flor; F) Pétala; G) Gineceu; H) Estames; I) Plântula (Angulo 70; Sérgio 317). Desenho de W. Leite, 1989.

Extraccion. Area Piloto, ago (fr), *Angulo* 70 (INPA), Depto. San Martins, Prov. Mariscal Cáceres. Car. Palo Blanco, mar (est), *Simpson & Schunke* 86 (INPA, MG).

Nomes Populares. BRASIL. Amazonas, Pará, Acre e Rondônia: cedrorana, iacaica, paricá, yacayaca (Record & Hess 1949). PERU. Loreto, Tornillo, Prov. Mariscal & Pucalpa: cedrorana. COLÔMBIA. Puerto Boy: achapo, cedrorana.

Distribuição. No Brasil a "cedrorana" *Cedrelinga catenaeformis* é encontrada com maior freqüência no Estado do Pará, na ilha de Breves, nos baixos rios Moju e Tocantins, Gurupá, Xingu (entre Vitória e Altamira), baixo e médio Tapajós (Boa Vista, Cachoeira Inferiores e Cachoeira Mangabal), baixo Trombetas (Serra Cururu, Oriximiná), Ducke (1915; 1922). No Estado do Amazonas, é encontrada em Manaus e nos municípios de Parintins, Waupés, São Paulo de Olivença e Tabatinga (Lima Frazão 1983). É encontrada ainda nos Estados do Acre, em Cruzeiro do Sul, e de Rondônia, em Porto Velho, Sto. Antônio, Teotônio e Itapuã do Oeste.

No Peru, é encontrada em Yurimaguas, Depto. de Loreto e Pucalpa.

Na Colômbia, em Letícia e Puerto Boy (Estampa 2).

PÓLEN

Um dos trabalhos mais completos sobre o pólen das Mimosaceae é o de Sorsa (1969) que analisou o pólen de 49 gêneros, os quais, por apresentarem a morfologia bastante heterogênea, foram divididos em 5 grupos constituídos por 25 tipos polínicos. Neste, a espécie *Cedrelinga catenaeformis* encontra-se incluída no Grupo V, Tipo Polínico *Affonsea.* Os demais gêneros que fazem parte deste Tipo Polínico são membros da tribo *Ingeae.*

Um outro trabalho é o de Guinet *in* Polhill & Raven (1981), no qual o autor faz comentários referentes aos caracteres polínicos de *Cedrelinga.*

Junto à *Cedrelinga,* outros gêneros estão incluídos na tribo *Ingeae,* como *Affonsea, Inga, Archidendron, Serianthes, Samanea, Enterolobium, Albizia, Pseudosamanea, Wallaceodendron, Lysiloma, Pithecellobium, Calliandra* e *Cathormion.* Vários trabalhos já foram publicados a respeito da morfologia do pólen de alguns desses gêneros: Erdtman (1952) descreveu sucintamente as políades de *Enterolobium cyclocarpum* e *Inga leptoloba* e constatou que as aberturas dos grãos são providas de membranas granuladas; Barros (1963) analisou a morfologia do pólen de *Inga edulis*; Barth & Yoneshique (1965) analisaram as polía-

des de algumas espécies dos gêneros *Affonsea, Calliandra, Pithecellobium* e de *Inga.* Guinet (1965) estabeleceu 4 tipos polínicos distintos para descrever as políades do gênero *Calliandra.* Guinet & Barth (1967) fizeram um estudo comparativo entre a microscopia ótica e a eletrônica da estrutura da exina de *Calliandra.* Salgado-Labouriau (1973) descreveu as políades de *Calliandra parviflora, Enterolobium gummiferum* (*E. ellipticum,* segundo Mesquita 1990), *Enterolobium contortisiliquum* e do gênero *Pithecellobium.*

Os grãos de pólen do material examinado apresentam as seguintes características:

- Políades grandes, achatadas, acalimadas, radiossimétricas, compostas de 16 grãos, 8 periféricos e 8 centrais (4 na face anterior e 4 na face posterior). Os grãos são 6-porados, facilmente destacados da políade por apresentarem a exina individual. A superfície é finamente reticulada. Diâmetro das políades: DM = 63,5 q 2,0 (59,5 - 74,5) µm; Dm = 56,0 q 2,0 (52,5 - 59,5) µm; Diâmetro dos grãos: DP = 22,5 q 0,7 (20 - 25) µm; DE = 19,5 q 0,8 (17,5 - 22,5) µm. A sexina (1,7 mm) é mais espessa que a nexina (1,0 µm) ao nível da região distal do grão. Na região proximal a exina é constituída apenas de nexina. (Estampa *3*).

MADEIRA

Moderadamente pesada; cerne marron-claro, lustroso, predominantemente marcado com linhas vasculares vermelho-róseo entrelaçando-se gradualmente no alburno mais claro; textura grosseira; grã direita; fácil de trabalhar recebendo bom acabamento; firme e resistente; cheiro e gosto indistintos quando seca, apresentando odor desagradável quando úmida (Macbride 1943, Record & Hess 1949). E resistente, ainda, aos fungos decompositores *Lenzites trabea* e *Picnoporus sanguineus* (Cardias & Jesus 1985).

A descrição macroscópica do lenho é apresentada por Loureiro & Silva (1968), e a microscópica em Lima Frazão (1983).

Usos

A madeira de "cedrorana", tradicionalmente utilizada no mercado nacional, tem despertado, recentemente, grande interesse para exploração comercial, e, segundo SUDAM/IPT (1981), tem grandes possibilidades de exportação.

É de textura semelhante a do "cedro", porém de grã mais grosseira, pardacenta, brilhante e exala cheiro desagradável quando úmida (D = 0,60 = 0,79 g/cm^3). É usada, também, na indústria de celulose e papel (Le Cointe 1947).

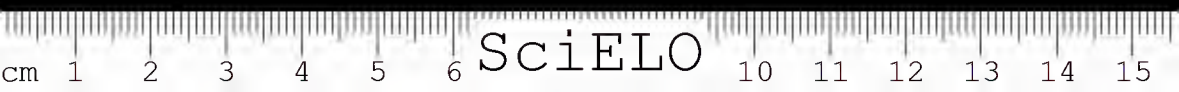
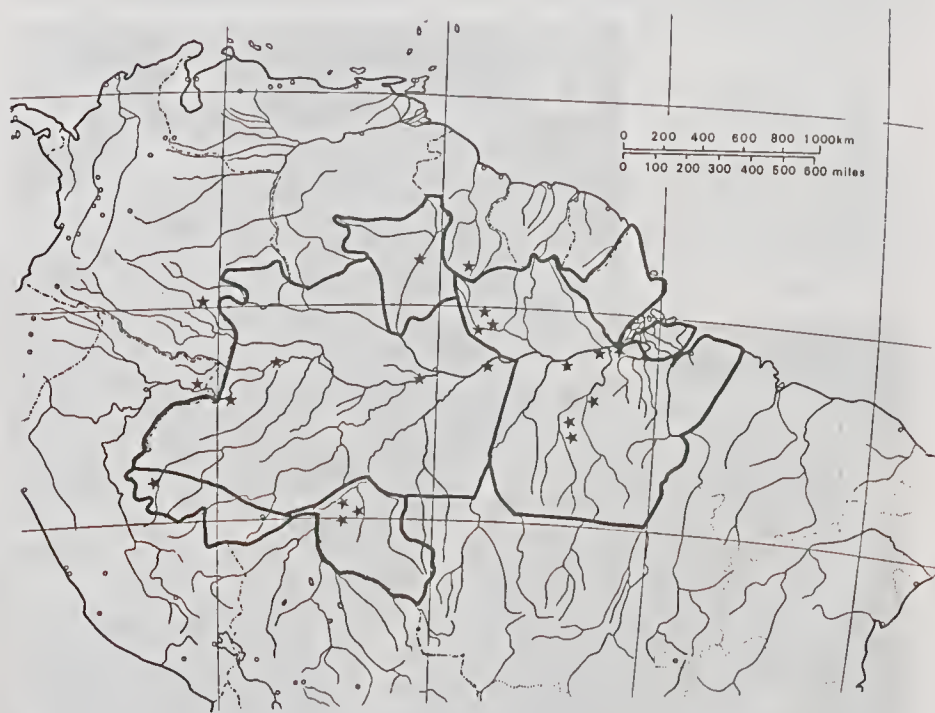



Figura 2 - *Cedrelinga catenaeformis:* * *Distribuição geográfica*

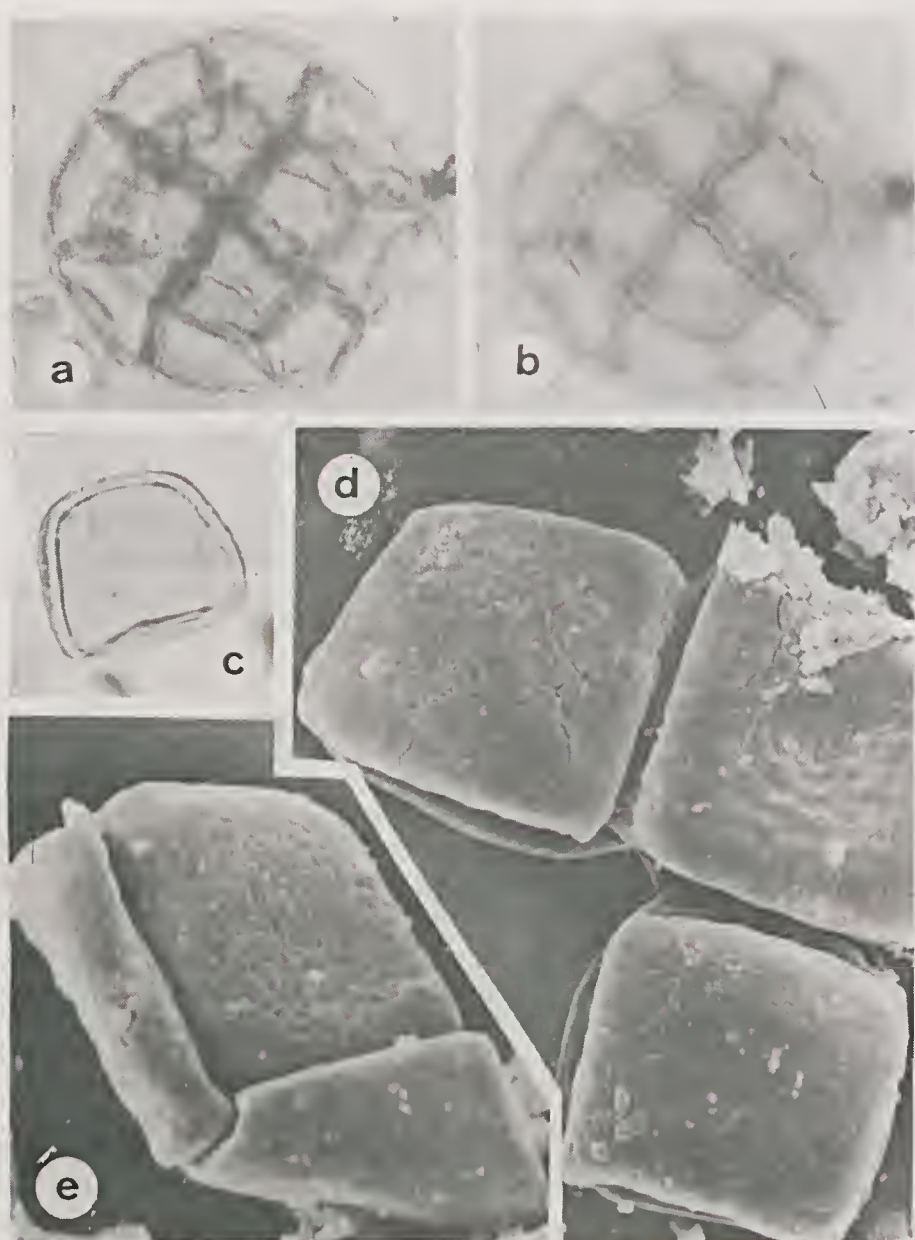



Figura 3 - a) VG da políade, corte ótico. b) Idem, ornamentação da exina. Aumento de 450x. c) VG do grão isolado da políade, corte ótico. Aumento de 1200x. d) MEV dos grãos isolados da políade. e) Idem, detalhe da ornamentação da exina. Aumento de 750x. (Pires 1360, IAN 37134, Det: A. Ducke s/d, P-MG 0554).

Também, pode ser utilizada como dormentes, em construções civil e naval, vigamentos, marcenarias, carpintarias, cepos de bigornas e de açougue, calçamento de ruas, implementos agrícolas (Loureiro & Silva 1968); chapas de compensado, lâminas decorativas, embalagens, moldes e modelos, decorações e adornos, bobinas e carretéis (SUDAM/IPT, l.c.).

Alencar & Araújo (1980) recomendam, entre outras, *Cedrelinga catenaeformis* para plantios na Amazônia, por apresentar bom crescimento em altura, diâmetro e alta porcentagem de sobrevivência em plena abertura e sob sombra. Fernandes & Jardim (1982) indicam que a espécie pode ser utilizada para reflorestar áreas abandonadas, após cultivos sucessivos de ciclo rápido. Magalhães & Blum (1984) mostraram que a "cedrorana" pode ser usada em solos de baixa fertilidade, baixo teor de C, acidez e alta saturação de Al, apresentando além de nodulações e infecção por microrrizas, um sistema radicular extenso com possibilidades de explorar abundantemente o solo.

ECOLOGIA

Habitat. Habita, naturalmente, as matas altas de terra firme, formando, às vezes, populações densas, preferindo as nascentes e cursos superiores dos rios e margens baixas dos igarapés, em solo argiloso.

Fenologia. Floresce em dezembro e frutifica em maio.

Dispersão. Os frutos articulados separam-se após a maturação e são levados pelo vento a grandes distâncias, indicando dispersão *anemocórica* (Loureiro & Silva 1968). As sementes são consumidas por papagaios, araras e pelos macacos-aranhas (Roosmalen 1984), sugerindo ainda dispersão *ornitocórica* e *primatocórica.*

ASPECTOS SILVICULTURAIS

Na Amazônia são insuficientes os estudos experimentais sobre tecnologia de sementes de espécies florestais nativas, principalmente, no que se refere às condições de armazenamento, para manter ou prolongar a viabilidade da semente. Isto indica a necessidade de utilização de semente imediatamente após a colheita, visto que inúmeras espécies apresentam rápida perda de poder germinativo, impedindo a disponibilidade de sementes para semeadura em época apropriada. Outros fatores, como irregularidade na produção de sementes, baixa ocorrência da espécie por área, e outros, levam à falta de sementes, limitando o aproveitamento da espécie em manejos silviculturais (Varela & Barbosa 1986/1987).

Quanto ao armazenamento da semente, estes mesmos autores verificaram que as sementes da "cedrorana", *Cedrelinga catenaeformis*, quando acondicionadas em sacos de polietileno e de papel, apresentaram considerável redução no poder germinativo aos 30 dias de armazenamento, se mantidas em condições de 6.4-8.1°C de temperatura e umidade relativa de 50%. Essas condições de armazenamento, mesmo não sendo ideais, são mais favoráveis ao prolongamento da viabilidade das sementes da espécie do que as condições ambientais de temperatura e umidade relativa, normalmente elevadas. Aos 90 dias de armazenamento à temperatura de 6.4-8.1ºC, melhores resultados foram obtidos quando as sementes estavam acondicionadas em sacos de polietileno e de papel. Sacos de papel em condições ambientais foram prejudiciais à conservação das sementes da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J.C. & ARAÚJO, V.C. de. 1980. Comportamento de espécies florestais quanto a luminosidade. *Acta Amazon.* 10.(3):435-444.

BARROS, M.M. 1963. Contribuição ao Estudo das Políades Polínicas em Leguminosae-Mimosoideae. *Atas Soc. Biol. Rio de J.* 1(7):1-6.

BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia.* Campinas, UNICAMP, 75p.

BARTH, O.M. & YONESHIGUE, Y. 1966. Catálogo Sistemático dos Pólens das Plantas Arbóreas do Brasil Meridional. VIII - Leguminosae (Mimosoideae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz,* 64:79-111.

BENTHAM, G. & J.D. HOOKER. 1862/1865. *Genera Plantarum.* London, Lowell Reeve, V. I.

CARDIAS. M.F.C. & JESUS, M.A. 1985. *Resistência natural de espécies florestais da Amazônia ao ataque de fungos apodrecedores.* Manaus, INPA. CPPF (Série Técnica, 13).

CRONQUIST, A. 1968. *The Evolution and classification of Flowering Plants.* Washington, 396p.

CRONQUIST, A. 1981. *An integrated System of Classification of Flowering Plants.* New York, Columbia University, 1262p.

DUCKE, A. 1915. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazoniénne. *Arch. Jardn. Bot. Rio de J.* 1(1):20-21.

DUCKE A. 1922. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazoniénne. *Arch. Jardn. Bot. Rio de J.* 3(3):70-71. pl. 06.

DUCKE, A. 1949. Notas sobre a flora Neotrópica II. As Leguminosas da Amazônia brasileira. *Bol. Téc. Inst. Agron. Norte.* Belém, 18:48-49.

DUKE, J.A. 1980. *Handbook of Legumes of World Economic Importance.* New York, Plenum.

ELIAS, T.S. 1981. Mimosoideae, In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. *Advances in Legumes Systematics*; Part 1:143-190.

ERDTMAN, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms*. Stockolm, Almquist & Wiksell, 538p.

ERDTMAN, G. 1969. *Handbook of Palynology*. New York. Hafner Publ. Comp. 486p.

FERNANDES, N.P. & JARDIM, F.C. 1982. Desenvolvimento de árvores nativas com ensaios de espécies - 3. "Cedrorana" *(Cedrelinga catenaeformis* Ducke. *CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO*. Anais: 278-281. Belo Horizonte.

FRAZÃO, F.J.L. 1983. *Estudos tecnológicos da polpação Kraft de Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne & Planch. (morototó) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedrorana). Viçosa, MG, p. 5-6. Tese.

GUINET, P.H. 1965. Étude des caractères du pollen dans le genre *Calliandra* (Mimosoideae). *Pollen Spores*, Paris. 7(2):157-173.

GUINET, P.H. 1981. Mimosoideae: the characters of their Pollen Grains In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. *Advances* in *Legumes Systematics*, Part. 1, p. 1-26.

GUINET, P.H. & BARTH, O.M. 1967. L'exine des Calliandra (Mimosoideae). observée en microscope photonique et en microscopie életronique. *Pollen Spores*, Paris, 9:211-227.

HUTCHINSON, J. 1926. *The Families of Flowering Plants*. Dicotyledons. London, McMilan, V. 1.

HUTCHINSON, J. 1959. *The Families of Flowering Plants*. 2. ed. Oxford, Clarendon Press.

HUTCHINSON, J. 1967. *The Genera of Flowering Plants* (Angiospermae), Oxford, Clarendon Press. 295p.

HUTCHINSON, J. 1969. *Evolution and Phyogeny of Flowering Plants*. Dicotyledons, London, Facts and Theory Academic Press.

HUTCHINSON, J. 1973. *The Families of Flowering Plants*. 3. ed. Clarendon Press, Oxford.

LE COINTE, P. 1947. Amazônia Brasileira III. *Árvores e Plantas úteis* (indígenas e Aclimatadas). Nomes vernáculos e nomes vulgares, classificação botânica, habitat, principais aplicações e propriedades, 2. ed., São Paulo, Companhia Editora Nacional, 506p. Brasiliana, 251.

LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. 1968. *Catálogo das Madeiras da Amazônia* - I. Belém. SUDAM, p. 3-8.

MACBRIDE, J.F. 1943. *Flora of Peru*. Publications Field Museum of Natural History, Bot. ser. 13(3/1): 1-507.

MAGALHÃES, L.M.S. & BLUM, W.H. 1984. Nodulação e crescimento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke em plantios experimentais na região de Manaus. *Pesq. Agron. Bras.* 19:159-164.

MESQUITA, A. DE L. 1990. *Revisão taxonômica do gênero Enterolobium Mart.* (Mimosoideae) para a região Neotropicals. Dissertação de Mestrado apresentada na UFRPR.

NIELSEN, I. 1981. Tribe 5. Ingeae Berith. (1865) in Polhill, R.M. & Raven, P.H. *Advances* in *Legumes Systematics*. Part. I:173-190.

POLHILL, R.H. & RAVEN, P.H. 1981. *Advances* in *Legumes Systematics*, Royal Botanical Gardens Kew. part 1. 425p.

POLHILL, R.H.; RAVEN, P.H. & STIRTON, C.H. 1981. Evolution and Systematics of Leguminosae In: *Advances* in *Legumes Systematics*, p. 1-26.

RECORD, S.J. & HESS, R.W. 1949. *Timbers of the New World*. New Haven, Yale University Press, 242.

ROOSMALEN, M.G.M. van. 1984. *Fruits of the Guianam Flora*. Utrecht University, p. 230.

SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Academia Brasileira Ciências. 291p.

SAMPAIO, P.T.B.: BARBOSA. A.P. & FERNANDES, N.P. *Ensaio de espaçamento com* "cedrorana" *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Leguminosae Mimosoideae).

SILVA, M.F.; CARREIRA. L.M.M.; TAVARES, A.S.; RIBEIRO, I.C.; JARDIM. M.A.G.; LOBO, M.G.A. & OLIVEIRA, J. 1989. As Leguminosas da Amazônia Brasileira - Lista Prévia. *Acta Bot. Bras.*, 2(1):193-237, suplemento.

SKERMAN, P.J. 1977. *Tropical Forage Legumes*. FAO.

SORSA, P. 9169. Pollen Morphological Studies on the Mimosaceae. Ann. *Bot. Fenn.*, 6:1-34.

SUDAM 1981. Grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização. Belém. 237p.

TAKHATAJAN. A. 1969. *System et phylogenia Magnoliophytorum*. Moscou, Soviet Sciences Press.

VARELA. V.P. & BARBOSA, A.P. 1986/1987. Conservação de sementes de "cedrorana" (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) - Leguminosae. *Acta Amazon.* 16/17 (número único): 549-556.

Recebido em 21.09.91
Aprovado em 25.02.92

CDD: 584.21

HELICONIA LUCIAE Barreiros n. sp. (Heliconiaceae)

Humberto de Souza Barreiros[1]

RESUMO - Examinando material de Heliconia *do Amazonas, Brasil, pertencente ao Herbário do Museu Goeldi (MG), verifiquei que a espécie de nº 116317 MG divergia das demais helicônias conhecidas, principalmente quanto a certas características florais no que concerne, por exemplo, ao estaminódio que é linear mas dividido em duas lâminas da metade para o ápice. A planta pertence à* Secção Zingiberastrum *And. Por considerá-la nova para a ciência, denominei-a de* Heliconia luciae *Barreiros, sendo o epíteto em homenagem a minha esposa Lúcia.*

PALAVRAS-CHAVE: Heliconia nova, Amazonas.

ABSTRACT - In this paper the author describes and figures a new species of Heliconia *L. from Amazonas, Brazil. This species have habit* zingiberoidea *and the staminodio bilamellate.*

KEY WORDS: New *Heliconia*, Amazonas.

Heliconia luciae Barreiros n.sp.
Herba pumilla 60cm alta v.ultra, rhizomatosa, foliis sub cincinnis curtopetiolatis, glabris, viridibus; lamina elliptica 18-20cm longa, 4cm lata, caudata, basi acuta. Inflorescentia erecta disticha, deltoidea, 11cm longa, cincinnoidea, aurantiaca, pedunculo viridi et longo; cincinnus (3-4), multiflorus, rachide sinuosa internodiis longis; spathis 3-4 falcatis, angustis, adscendentibus, aurantiacis, coriaceis, prima 11cm longa, alteris minoribus et proporcionalibus; bracteis interioribus 2cm longis, linearibus, carthaceis, abditis; floribus tubulosis falcatis aurantiacis, longepedicellatis; tepalis falcatis 4cm longis superne maculis atroviridis ornatis; antheris longis, rimosis; staminodio lineari ad apicem bilamellato, 1,5-1,6cm longo; ovario trigono 4-6mm longo, stylo longo, stigmate globoideo barbellato.

[1] Pesquisador em Ciências Exatas e da Natureza - Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Figura 1 - *Heliconia luciae* Barreiros - A: hábito x2; B: flor x1; C: estaminódio x1,5.

Species *H. hirsuta* affinis, differt notis floralibus, etc.
Tipus: T. Plowman et all 121127, Brasil, Amazonas, Mun. Maraã, Rio Japurá, in sitio Cuiú-Cuiú (holotypus, MG).

Erva pequena 60cm alta ou mais, rizomatosa, folhas sob os cincinos, curtopecioladas, glabras, esverdeadas; lâmina elítica 18-20 cm longa, 4 cm larga, caudada, base aguda. Inflorescência ereta, dística, triangular, 11cm longa, cincinóidea, alaranjada, pedúnculo esverdeado e longo; cincinos 3-4, multiflorios, raque sinuosa com entrenós longos; espatas 3-4 falcadas, estreitas, ascendentes, alaranjadas, coriáceas, a primeira 11cm longa, as seguintes menores e proporcionais; bratéolas internas 2cm longas, estreitas, cartáceas, ocultas; flores tubilosas falcadas alaranjadas, longopediceladas; tépalos 4cm longos, acima com mácula verde escura; anteras longas, rimosas; estaminódio linear da metade para o ápice bilaminado, 1.5-1,8cm longo; ovário trigono 4-6mm longo, estilo longo, estígma globoideo barbelado.

AGRADECIMENTOS

Ao Museu Emílio Goeldi pelo empréstimo do material de *Heliconia L.*

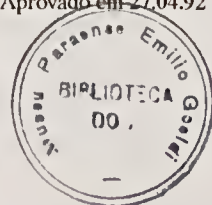
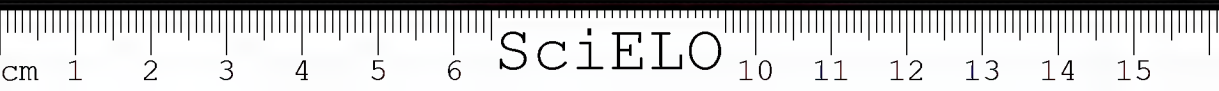
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, L. 1985. Revision of *Heliconia* subgen. *Stenochlamys Musaceae - Heliconiaceae). Op. bot.* 82: 1-123.

BARREIROS, H.S. 1976. *Heliconia Novae Americanae (Heliconiaceae)* Rodriguesia. Rio de Janeiro, 28 (41): 129-135.

BARREIROS, H.S. 1976. Variações no Limbo Foliar e no Cincino de Helicônia *(Heliconiaceae).* Rodriguesia, Rio de Janeiro, 28 (41): 199-205.

BARREIROS, H.S. 1980. Helicônias novas do norte e nordeste do Brasil *(Heliconiaceae).* Bradea. Rio de Janeiro, 3 (13): 101-104.

Recebido em 25.11.91
Aprovado em 27.04.92

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
INSTRUÇÕES AOS AUTORES PARA PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS

1) O *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* dedica-se à publicação de trabalhos de pesquisas científicas que se referem, direta ou indiretamente, à Amazônia, nas áreas de Antropologia, Arqueologia, Lingüística, Botânica, Ciências da Terra e Zoologia.
2) Os manuscritos a serem submetidos devem ser enquadrados nas categorias de artigos originais, notas preliminares, artigos de revisão, resenhas bibliográficas ou comentários.
3) À Comissão de Editoração é reservado o direito de rejeitar ou encaminhar para revisão dos autores, os manuscritos submetidos que não cumprirem as orientações estabelecidas.
4) Os autores são responsáveis pelo conteúdo de seus trabalhos. Os manuscritos apresentados devem ser inéditos, não podendo ser simultaneamente apresentados a outro periódico. No caso de múltipla autoria, entende-se que há concordância de todos os autores em submeter o trabalho à publicação. A citação de comunicação de caráter pessoal, nos manuscritos, é de responsabilidade do autor.
5) A redação dos manuscritos deve ser, preferencialmente, em português, admitindo-se, contudo, manuscritos nos idiomas espanhol, inglês e francês.
6) O texto principal deve ser acompanhado de resumo, palavras-chave, "abstract", "key words", referências bibliográficas e, em separado, as tabelas e figuras com as legendas.
7) Palavras e letras a serem impressas em negrito devem ser sublinhadas com dois traços e as impressas em grifo (itálico), com um só traço.
8) Os textos devem ser datilografados em papel tamanho A-4 ou similar, espaço duplo, tendo a margem esquerda 3 cm, evitando-se cortar palavras à direita. As posições das figuras e tabelas devem ser indicadas na margem. As páginas devem ser numeradas consecutivamente, independentes das figuras e tabelas.
9) Os manuscritos devem ser entregues em quatro vias na forma definitiva, sendo uma original.
10) O título deve ser sucinto e direto e esclarecer o conteúdo do artigo, podendo ser completado por um subtítulo. O título corrente (resumo do título do artigo) deverá ser encaminhado em folha separada para que seja impresso no alto de cada página ímpar do artigo e não deverá ultrapassar 70 caracteres.
11) As referências bibliográficas e as citações no texto deverão seguir o "Guia para Apresentação de Manuscritos Submetidos à Publicação no *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*".
12) No artigo aparecerá a data do recebimento pelo Editor e a respectiva data de aprovação pela Comissão Editorial.
13) Os autores receberão, gratuitamente, 30 separatas de seu artigo e um fascículo completo.
14) Os manuscritos devem ser encaminhados com uma carta à Comissão de Editoração do Museu Paraense Emílio Goeldi-CNPq (Comissão de Editoração, Caixa Postal 399, 66.000 Belém, Pará, Brasil).
15) Para maiores informações, consulte o "Guia para Apresentação de Manuscritos Submetidos à Publicação do *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*".

CONTEÚDO

Artigos Originais